

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Інженерно-фізичний факультет

Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів

«На правах рукопису»
УДК 669.018.9

До захисту допущено
Завідувач кафедри
М.М.Ямшинський
(ініціали, прізвище)

(підпис)

“ ____ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

за спеціальністю 136 Металургія

на тему: Виготовлення виливків з диференційованими властивостями поверхні

Виконав: студент 6 курсу, групи ФЛ-71мп

Кругляк Денис Сергійович

(прізвище, ім'я, по батькові)

(підпис)

Науковий керівник

к.т.н., доц. Ямшинський М.М.

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

(підпис)

Консультант з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях

к.т.н., доц. Зацарний В.В.

(науковий ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант з економічно-організаційної частини

к.е.н., доц. Глушенко Я.І.

(науковий ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Консультант з нормоконтролю

к.т.н., доц. Федоров Г.Є.

(науковий ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Рецензент

к.т.н., доц. Христенко В.В.

(науковий ступінь та звання, прізвище, ініціали)

(підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____

(підпис)

Київ – 2018 р.

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”

Факультет інженерно-фізичний
 Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів
 Рівень вищої освіти – другий (магістерський)
 Спеціальність – 136 Металургія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувачкафедри
М.М.Ямшинський
 (ініціали, прізвище)

(підпис)

“ ” _____ 2018р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТУ
Кругляку Денису Сергійовичу
 (прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації: «Виготовлення виливків з диференційованими властивостями поверхні»,
 науковий керівник Ямшинський Михайло Михайлович, к.т.н., доцент,
 затверджені наказом по університету від « 09 » листопада 2018 року №4127-с
2. Строк подання студентом дисертації: 07 грудня 2018 року
3. Об'єкт дослідження: процеси зносостійкого поверхневого легування сталевих виливків.
4. Предмет дослідження: зносостійкість, твердість, структура сплавів на основі заліза, температура плавлення феросплавів.
5. Перелік питань, які потрібно розробити: 5.1 Опрацювати та проаналізувати літературу за темою дослідження; 5.2 Оптимізувати методику дослідження; 5.3 Провести експерименти; 5.4 Виготовити зразки; 5.5 Дослідити властивості отриманих зразків; 5.6 Розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях; 5.7 Розробити організаційно-економічну частину роботи; 5.8 Сформулювати загальні висновки та рекомендації.
6. Перелік ілюстративного матеріалу: Презентація (18 слайдів)
7. Перелік публікацій:

8. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	Зацарний В.В., доцент		
Економічно-організаційна частина	Глущенко Я.І., доцент		
Нормоконтроль	Федоров Г.Є., доцент		

9. Дата видачі завдання 3 вересня 2018 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Переддипломна науково-дослідна практика	03.09...28.10.2018р.	
2	Опрацювання та аналіз літератури за темою Дослідження	03.09...10.10.2018р.	
3	Оптимізація методики дослідження	04.09...10.09.2018р.	
4	Планування та реалізація експериментів	14.09...04.10.2018р.	
5	Виготовлення зразків, їх дослідження та аналіз Результатів	16.09...12.11.2018р.	
6	Виконання організаційно-економічної частини	21.11...27.11.2018р.	
7	Виконання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях	25.11...30.11.2018р.	
8	Виконання ілюстративної частини роботи	01.12...03.12.2018р.	
9	Оформлення магістерської дисертації	02.12...05.12.2018р.	
10	Подання дипломної роботи до захисту	07.12.2018р.	
11	Рецензування дипломної роботи	07.12...09.12.2018р.	
12	Захист дипломної роботи	19.12.2018р.	

Студент

(підпис)

Науковий керівник

(прізвище та ініціали)

Кругляк Д.С.Ямшинський М.М.

(прізвище та ініціали)

ВСТУП

Переддипломна практика є завершальним етапом навчання за програмою спеціаліста. Вона виконується після закінчення нового теоретичного курсу, передбаченими начальними планами.

Є різні інженерні додатки, де поверхня повинна виконувати роботу, відмінну від основної частини компонента. У багатьох випадках, просто змінюючи 1-2% від загальної товщини компонентів, властивості значно підвищують їх продуктивність. В останні кілька десятиліть значущість інженерної площі суттєво зросла. Перелік додатків, де необхідна маніпуляція поверхневими властивостями, необмежена, особливо в області автомобільної, нафтохімічної, харчової, ядерної та ін. Поверхневе легування - це клас поверхневої інженерії, де поверхня основних матеріалів навмисно сплавається до товщини десятків мікрон. Наприклад, цирконізуючі, азотировані, хромуючі, боронізуючі і т. д., є популярними методами поверхневого легування. Ці процеси передбачають зміну хімії поверхні компонента та модифікацій в мікроструктурі та властивостях. Іноді вигідно комбінувати два різних метода поверхневого легування, щоб компенсувати недоліки, запропоновані одним з методів. Тема поверхневого сплаву має міждисциплінарний характер, а різноманітні науково-технічні потоки можуть працювати разом для подальшого просування в галузі науки і техніки.

На протязі проходження переддипломної практики, був написаний звіт який частково розкриває тему “Технологія розроблення виливків з диференційованими властивостями”, яка в подальшому буде розкрита в дипломній роботі.

1 ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1.1 Основи поверхневого легування сплаву

Поверхнєве легування є одним з важливих процесів обробки поверхні. Вивчення фундаментальної науки за процесом легування поверхні має важливе значення для оцінки результатів процесу в технічних цілях. У багатьох інженерних додатках властивості поверхні мають значний вплив на термін служби металевих заготовок, оскільки функції, які необхідно виконувати поверхнею, відрізняються від функцій, які повинні виконувати основні частини заготовок. Існує багато способів плавного легування компонентів чорного сплаву за допомогою таких методів: пакетний, газовий, плазмовий, іонно пучковий та метод соляної ванни. Використовуючи ефективну поверхнєву обробку, менш дорогі сорти сплавів можуть бути використані для порівняння або навіть поліпшення терміну експлуатації та експлуатації. Карбюризація та азотування - добре відомі термохімічні обробки поверхні для поліпшення стійкості, трибологічних та / або антикорозійних властивостей сталевих заготовок. Існує кілька методів поверхневого загартування. Одним з методів є введення вуглецю або азоту в заготовку. Якщо карбіди / нітриди, що утворюють легуючі елементи, такі як Ti, Al, V, Cr, Mo та / або W, легко розподіляються в матриці, вони утворюють осади карбіду та нітриду, що викликає значне збільшення твердості. Твердий поверхневий шар також покращує несучу здатність компонента, наприклад, аустенітної нержавіючої сталі. Твердий поверхневий шар і пластичне ядро матеріалу значно покращують продуктивність під час застосування.

При нагріванні вуглець входить в поверхнєву ділянку сплавів на основі заліза при значно високих температурах обробки в межах 900-1050 °C (у межах аустенітного режиму). На відміну від цього азотування виконується при температурах в межах 450-590 °C, тобто нижче двійкових евтектоїдних температур (в межах феритного режиму) твердого розчину Fe-N. У порівнянні з нагріванням

при азотування відбувається незначне зміна розмірів заготовок, оскільки основна частина залишається феритовими під час обробки.

Азотні області можна поділити на (I) складний шар, прилеглий до поверхні, складений з нітридів заліза і (II) нижню дифузійну зону, де азот або розчиняється, або осаджується як нітриди легуючих елементів. Покращення корозійної та зносостійкості можна віднести до складного шару, тоді як дифузійна зона покращує стомлювальні властивості, якщо відбувається випадання нітридів легуючих елементів.

Існує кілька методів азотування, наприклад плазмове азотування, азотування в соляних ваннах та газоподібне азотування. Найбільш відомим способом введення азоту в (феритну) заготовку є газоподібне азотування. Винятковою перевагою газоподібного азотування є точний контроль хімічного потенціалу азоту в атмосфері азотування. При постійній температурі азотування, регулюючи хімічний потенціал азоту в атмосфері, можна уникнути утворення сполучного шару.

Оскільки карбідизація виконується при високій температурі, тобто в межах аустенітної фази, шанси на формування цементиту (Fe_3C) є слабкими. Однак, якщо хімічний потенціал вуглецю в атмосфері карбідизації дуже високий, утворюється цементит на поверхні. Через високу температуру дисоціація такого цементиту призводить до проблеми – металевого напилювання: Fe_3C . При низькій температурі (тобто нижче приблизно $800\text{ }^\circ\text{C}$) карбідизація упаковки не буде успішною. У випадку газової карбідизації, використовуючи контрольовану атмосферу газової суміші CO , CO_2 і N_2 , успішна карбідизація можлива навіть при більш низькій температурі. Поверхня сплаву з твердосплавного заліза виглядає аналогічно поверхні азотованого сплаву. Проте різниця полягає у можливості формування цементного шару як складового шару, а дифузійна зона складається з карбідів плюс розчиненого вуглецю у навколишній матриці.

Подібно до карбідизації та азотування, хромування є одним із широко використовуваних технологій поверхневого легування, що дозволяє економічно підвищити високу температуру окиснення та корозійну стійкість заготовок. Розроблені різні процеси хромування, наприклад, метод цементування пакетів,

метод розплавлення солі та процес вакуумного хромування. Цементация пакетів – це один з найдешевших процесів хромування. Через більший розмір атома хрому, ніж атом вуглецю / азоту, дифузія хрому нижча, ніж дифузія вуглецю в сталі при будь-якій заданій температурі твердої фази. Тому хромування проводиться при температурах вище 1000 °C [1].

1.2 Процес дифузії

Раніше процес насичення поверхневих шарів пояснювався виключно дифузією легуючого елемента з обмазки. Це вперше було досить чітко (хоча по суті невірно) сформульовано А.Е. Брюхановим. Він вказував, що при зіткненні рідкого сплаву з обмазкою «... головна ж маса обмазки тільки нагріється до високої температури і з неї почнуть дифундувати всередину виливки елементи, які в ній знаходяться ...».

Проф. Ю.А. Нехендзі [2] вважає, що «... при заливці форм і частково при охолодженні виливки, поки сталь знаходиться в області твердого розчину, відбувається шляхом дифузії збагачення поверхневої кірки виливки вуглецем або марганцем».

Проф. П.П. Берг [3] також визнає, що процес збагачення поверхневих шарів виливки легуючим елементом, який перейшов з обмазки форми, відбувається тільки шляхом дифузії.

Професор пояснює чому «не завжди, правда, вдало» можна отримати насичення поверхневих шарів виливки легуючим елементом і чому важко пояснити, що кремній, який має великий коефіцієнт дифузії в багатьох випадках насичує поверхню виливки на меншу глибину, ніж хром, у якого коефіцієнт дифузії значно більше.

Ці незрозумілі питання і не завжди вдалі експерименти з насиченням хромом сталевих виливків з поверхні спонукали авторів провести більш поглиблену роботу по з'ясуванню механізму поверхневого насичення виливків легуючим елементом. В результаті було твердо встановлено, що дифузія, при насиченні поверхневих шарів виливка легуючим елементом з обмазки, грає підлеглу і незначну роль.

Основою механізму поверхневого насичення виливків легуючим елементом є процес плавлення матеріалу обмазки, що містить феросплав. Цей процес, що протікає вже після утворення тонкої кірки на твердому литві, викликає взаємодію розплавленої обмазки з уже затверділою скоринкою металу, а саме, затверділа скоринка виливки розчиняється в рідкій обмазці. Газоутворення з обмазки, яке має місце в цей період, вирівнює концентрацію легуючого елемента по всій товщині поверхневого легованого шару. Роль дифузії елемента з обмазки в виливок і заліза з виливка в обмазку дуже невелика і зводиться до того, що легований шар досить міцно зчіплюється з основним сплавом виливки.

Таким чином, можна зробити висновок: для отримання більш-менш глибокого легованого шару в литві вирішальним фактором є неохильність до дифузії даного легуючого елемента з феросплаву обмазки, як це стверджувалося раніше, а температура плавлення феросплаву обмазки. Ця температура для отримання необхідного результату повинна знаходитися в певному зв'язку з температурою контакту, тобто тієї температурою, яка є на межі форми з твердіє в ній сплавом.

Процеси агломерації (спікання) окремих зерен феросплаву обмазки, що мають місце в разі нагрівання обмазки до температур нижче плавлення, також грають свою роль. Чи не доведена до розплавлення обмазка (а тільки спечена) не дає доброго легованого поверхневого шару і легко відстає від виливки.

У світлі цих положень стають зрозумілими ті різні результати, які виходили при вживанні для обмазки феросплавів різного ґатунку. Низьковуглецевий ферохром, що має високу температуру плавлення, майже не дає легованого шару на сталевому литві, хоча концентрація хрому в ньому велика і тому, здавалося б, він повинен легше дифундувати в сталь виливки. Навпаки, високовуглецевий ферохром, у якого температура плавлення значно нижче, незважаючи на знижену концентрацію в ньому хрому, дає легований шар великої глибини [4].

В роботі В.І. Цоцко, П.І. Мельника, Б.Г. Пелешенко [5] проведено та розглянуто поверхнєве дифузійне насичення отворів у відливках траків із сталі 110Г13Л методом нанесення обмазки на ливарний стрижень. Досліджено вплив природи і дисперсності насичуючого елемента на структуроутворення та глибину

легованого шару. Показано можливість і ефективність суміщення поверхневого зміцнення окремих поверхонь деталі в процесі її формування.

Зв'язуючою складовою було вибрано сульфітно-спиртову барду, як найефективнішу із багатьох апробованих. Легуючими елементами служили вуглець та бор у вигляді порошку. Стрижні з нанесеною обмазкою різної товщини піддавались повторному просушуванню.

Результатами досліджень було показано, що, в залежності від товщини нанесеної на стрижень обмазки, товщина легovanого шару вушок треку складала від 0,4 до 0,7 мм. Характерним було те що, структура легovanого шару в усіх випадках значно відрізнялася від структури основи виливка, однак різка границя розподілу була відсутня, що є позитивним ефектом такого легування.

Ними був зроблений висновок, що застосування поверхневого легування вушок виливків траків способом нанесення на ливарний стрижень обмазки, яка містить легуючий елемент дає змогу поєднати процес лиття з хіміко-термічною обробкою, забезпечивши при цьому плавний перехід структури від легovanого поверхневого шару до основи і підвищену твердість, а відповідно зносостійкість робочої поверхні деталі.

В роботі П.І. Мельника [6], розглянуто теоретичні міркування на тему “Сучасні міркування про механізм поверхневого дифузійного формування поверхневого шару на залізі”.

Спочатку основні відомості, що для здійснення поверхневого дифузійного насичення металу класична теорія розглядає необхідність створення направленого дифузійного потоку атомів насичуючого елемента з поверхні в його глибину. Це стає можливим при умові одночасного протікання трьох основних процесів: утворення вільних (активних) атомів насичуючого елемента на поверхні металевого виробу, який піддається насиченню; адсорбції атомів насичуючого елемента виробом; дифузії адсорбованих атомів у глибину виробу. Кожний із цих процесів забезпечується технологічним прийомом для його протікання.

І вже його міркування на те що, якщо перші два процеси (утворення вільних атомів та їх адсорбція виробом) не викликають особливих труднощів у поясненні, то

третій процес (дифузія адсорбованих атомів у глибину виробу) потребує додаткових пояснень, бо цілком зрозуміло, що осівшому на поверхні атому будь-якого елементу енергетично не вигідно проштовхуватись між (впорядкованими, щільно розміщеними один відносно одного) атомами кристалічної ґратки металу. Йому більш вигідно залишатись на поверхні металу, взаємодіяти з атомами свого елементу, формуючи кристалічну ґратку і утворюючи покриття з осаджених однорідних атомів, а не дифундувати в середовище атомів заліза.

В роботі він пояснює рух чужородних атомів в кристалічній ґратці, загальну теорію дифузії. Що дифузія, як з теоретичної, так і експериментальної точок зору, являє собою результат сумування елементарних актів переміщення (перескоків) окремих атомів в кристалічній речовині на протязі часу, який є незрівнянно великим в порівнянні з часом циклу теплового коливання.

Теоретично обґрунтовує вакансійний механізм дифузії в залізі і експериментально підтверджує цю теорію. І як висновок проведений огляд результатів теоретичних і експериментальних досліджень дифузії в металах і сплавах, дифузійного насичення заліза і його сплавів дає широку інформацію про роль твердофазних перетворень в дифузійних процесах. Перш за все слід відмітити той факт, що хіміко-термічна обробка заліза здійснюється досить великим числом елементів Періодичної системи, але стабільність процесу формування дифузійного шару спостерігається лише у випадку насичення деякими елементами.

Ефект поліморфних перетворень в металах лежить в основі дифузійних процесів і його необхідно використовувати в технологічних схемах одержання захисних покриттів та нових матеріалів з наперед заданими властивостями. Хоча сама фізична суть поліморфізму металів недостатньо ясна і на сьогоднішній день.

1.3 Біметалеві виливки

Автори робіт [7] зазначають, що застосування біметалевих виливків дозволяє отримати високі технічні та економічні результати, найбільш важливим з яких є збільшення ресурсу деталей в 2,5...6,0 разів.

В роботі пояснено нюанси виготовлення таких виливків, а також те що біметалеві (багатошарові) виливки завдяки оптимальному поєднанню фізико-

механічних, технологічних і експлуатаційних характеристик знайшли широке застосування в гірничо-металургійному виробництві, нафтохімічної, цементної, борошномельної промисловості, енергетичному і сільськогосподарському машинобудуванні, дорожньому будівництві та інших галузях. Використання біметалевих виливків в конструкціях машин і устаткування, що працюють в умовах інтенсивного абразивного, ударно-абразивного і гідроабразивного зношування, дозволяє: підвищити до 2,5...6,0 разів ресурс роботи деталей; знизити до 70% застосування високолегованих дорогих сплавів і гостродефіцитних компонентів; збільшити продуктивність процесів відновлення до 5-10 разів (при зниженні собівартості відновлених деталей до 30-40%); відмовитися від використання методів наплавки і відновлення деталей стрічкою, дротом або електродами; скоротити обсяг виробництва запасних частин; підвищити конкурентоспроможність обладнання на вітчизняному та світовому ринках.

1.4 Легування виливок низьковуглецевим ферромолібденом

Для дослідів брався ферромолібден складу: 52,3% Мо, 0,78% С.

Приблизний інтервал початку і кінця плавлення такого ферромолібдена знаходиться в межах 1600...1350 °С.

Склад сталі, якій заливалися проби, був наступний: 0,29% С; 0,18% Si; 0,46% Mn; 0,02% S; 0,045% P; 0,20% Cr; 0,45% Ni. Хром і нікель потрапили в сталь з шихтою.

На мікрошліфах проб, легуваних ферромолібденом, можна виділити наступні зони:

1. Зовнішня зона – товщиною від 0,5 до 2,5 мм. Ця зона охоплює майже весь легований шар, завтовшки 80 і 40 мм, має дендритний характер. У проб товщиною 10 мм вона настільки дрібнозерниста, що її важко характеризувати навіть при збільшенні більше $\times 500$.

2. Проміжна зона – у вигляді вузької, світлої смужки. Ця зона теж неоднорідна; вона складається з двох частин різної травимості.

3. Зона основної сталі проби, склад якої зазначений напочатку підрозділу. Первинні зерна цієї зони прилеглі до легованого шару, орієнтовані нормально до зовнішньої поверхні проби.

Злам легованого шару дрібнозернистий. При дослідженні під мікроскопом нетравлених шліфів встановлено, що легований шар зі сталлю проби становить єдине ціле. Внутрішня частина легованого шару, що примикає до основної зони - щільна. Зовнішня частина легованого шару – пориста. Пористість збільшується зі зменшенням товщини проби.

Авторами роботи виділені наступні припущення, щодо легування феромолібденом :

1. При товстій стінці вилівка (близько 80 мм) можна отримати легований шар завтовшки до 2,5 мм при обмазці ферромолібденом ливарної форми за рахунок розплавлення шару обмазки.

2. Проникнення помітної кількості молібдену (до 3-5%) в основну сталь зазначеного напочатку підрозділу складу, спостерігається в результаті дифузії тільки на глибину 0,1 мм.

3. Підвищення температури заливки сталі в тих межах, які спостерігаються на практиці (20-40 °C) майже не впливає на глибину легованого шару.

4. На зміну глибини легованого шару сильно впливає товщина тіла вилівки: чим вона більше, тим товще виходить легований шар. На відливання 10 мм суцільного легованого шару отримати не вдається.

5. При товстій обмазці зовні залишається частина ферромолібдена що не сплавилась, тому надмірне збільшення шару обмазки марно.

6. Зв'язок між легованим шаром обмазки і основний сталлю проби здійснюється за допомогою проміжної зони, яка утворюється в результаті реакційної дифузії молібдену в основну сталь і дифузії заліза в глину. Цей проміжний шар забезпечує настільки міцне зчеплення легованого шару з основною сталлю, що при зламі зразків відшаровування легованого шару від вилівки абсолютно не відбувається.

7. Подібне легування молібденом може знайти застосування при виготовленні деталей, які будуть піддаватися в визискуванні посиленому стирання при високих температурах, наприклад, прес-форм, пуансонів, бойків для опади гарячого металу [4].

2.5 Легування виливків низьковуглецевим ферохромом

Досліди по поверхневому легуванню проб низьковуглецевих ферохрому проводилися тим же методом, що і при легуванні ферромолібденом.

Ферохром застосовувався наступного хімічного складу 0,62% C, 56% Cr.

Проби заливалися сталлю наступного складу: 0,31% C; 0,27% Si; 0,43% Mn; 0,043% S; 0,040% P; 0,04% Cr; 0,1% Ni.

Встановити точно межі проникнення хрому в основний метал не представляється можливим, але не підлягає сумніву, що вона знаходиться в зоні стовпчастих кристалів, тобто на глибині не більше 0,3 мм від межі переходу. Це ще раз підтверджує правильність висновку про неможливість отримання на виливках, з середньою товщиною стінки, легovanого шару значної товщини, за рахунок дифузії легуючого елемента в затверділий шар виливки.

З іншого боку, литий характер макро- і мікроструктури, наявність рихлоти і частинок ферохрому що не сплавились, на зовнішній поверхні легovanого шару вказують, що легований шар знаходився в рідкому (або напіврідкому) стані.

Отже, після зіткнення рідкої сталі з обмазкою, остання повністю або частково розплавляється. При цьому затверділа кірка основного металу починає розчинятися в рідкому легovanому шарі, і концентрація хрому в останньому буде знижуватись. Цей процес розчинення триватиме до тих пір, поки легований шар не почне тверднути. З цього моменту почнеться проникнення атомів хрому в основну сталь і рівної кількості атомів заліза в легований шар. Надалі процес буде протікати так, як це мало місце при легуванні низьковуглецевих ферромолібденом[4].

2.6 Легування виливків низьковуглецевим феровольфрамом

Феровольфрам мав наступний хімічний склад:

0,29% C; 0,41% Si; 0,51% Mn; 0,03% S; 0,045% P; 0,1% Cr; 78,2% W.

Перші досліді проводилися з нанесенням на стрижень обмазки завтовшки в 1 мм. Проби товщиною в 10 мм були залиті сталлю наступного складу: 0,29% С; 0,41% Si; 0,51% Mn; 0,03% S; 0,045% P; 0,01% Cr.

Феровольфрам зазначеного складу має дуже високу температуру початку плавлення (понад 2200 °С) і дуже високу температуру кінця плавлення – (1500 °С), тобто вищу, ніж температура контакту рідка сталь-обмазка. Тому окремі зерна не змогли спуститися і утворити суцільний легований шар. Дифузія вольфраму в затверділий метал, якщо і мала місце, то на незначну глибину[5].

2.7 Легування виливків високовуглецевим феромарганцем

Феромарганець, що застосовувався в експериментах цієї серії, мав 6,3% С; 76,3% Mn.

В результаті легування проб високовуглецевого феромарганцю слід зазначити деякі особливості, виявлені в процесі експериментування.

1. Глибина легованого шару на пробах товщиною 80, 40 і 20 мм значно перевершує товщину шару обмазки і досягає в деяких випадках 10...14 мм.

2. На пробах, незалежно від товщини їх, є затоки легованого металу. Останні могли утворитися тільки внаслідок проникнення розплавленої обмазки в зазори між стінкою форми і відливанням. Виливок після затвердіння зменшувала свої розміри внаслідок усадки, утворюючи біля стінки зазори, в які вичавлювали розплавлена і перегріта обмазка.

3. Легований шар має дендритний характер, властивий литому металу. Це вказує на освіту легованого шару з розплавленої обмазки.

4. На легованій поверхні навіть найбільш тонких проб відсутні несплавлені частки феромарганцю. Сімдесятип'яти відсотковий феромарганець, що містить 6,3% С має температуру початку плавлення близько 1040-1060°С, тобто на кілька сотень градусів нижче, ніж у ферохрому і феромолібдена. Більш низька температура плавлення феромарганцю забезпечила не тільки більш тривале перебування легованого шару в рідкому стані, але і велику текучість його, про що свідчить характер заток на пробах.

Поверхнєве легування феромарганцем становить найбільший інтерес для тих виливків, які при визискуванні в нормальних температурах повинні чинити опір стиранню і ударам. До таких відливок можна віднести з'єднувальні муфти для прокатних станів і ряд інших деталей[4].

2.8 Легування виливків високовуглецевим ферохромом

Високовуглецевий ферохром, що застосовувався в даній серії дослідів, мав 4,6% C; 43,0% Cr.

Межа дотику основної сталі і легованого шару має вигляд хвилястої кривої. Макроструктура легованого шару складається з дендритів, добре видимих неозброєним оком. Макроструктура шару основної сталі поблизу легованого шару складається з стовпчастих кристалів, розташованих нормально до зовнішньої поверхні. Твердість легованого шару і основної сталі проби в литому стані визначалася через кожен міліметр, починаючи з зовнішнього краю. Твердість легованого шару майже не змінюється по перетину і становить 57...60 одиниць по Rc (при навантаженні 100кг). Як на макрошліфах після травлення, так і в зламі зразків ніяких ознак порушення цілісності між основною сталлю і легованим шаром не спостерігається.

На пробах товщиною 10 мм вийшов суцільний, але нерівномірний по товщині легований шар. На поверхні його спостерігаються частинки ферохрому що не сплавився. На пробах завтовшки 15 і 20 мм легований шар вийшов суцільним і рівномірним по товщині. У товщі проби є включення ферохрому у вигляді окремих, ізольованих від легованого шару, острівців.

Межа дотику основної сталі і легованого шару проходить майже паралельно зовнішній поверхні проби.

Легований шар складається з двох зон: зовнішньої і внутрішньої. Зовнішня зона займає майже всю основну частину легованого шару. Структура цієї зони складається з сорбіту та великої кількості карбідної евтектики.

Наступна за нею зона у вигляді тонкої смужки, що межує з основним металом, складається тільки з сорбіту. Далі йде зовнішня зона основної сталі в вигляді вузької і світлої смужки. У багатьох місцях ця смужка зливається з ферритом,

розташованим по межах зерен основної сталі. Структура цієї смужки складається з фериту. За ферритної смужкою слід зона, товщиною 0,2...0,25 мм, збагачена перлитом, а потім слід перліто-ферритова структура основної сталі.

Характер і розташування структурних зон у проб товщиною 10, 15 і 20 мм аналогічні. Різниця є лише в товщині окремих зон. Твердість легованого шару, у проб завтовшки 15 і 20 мм становить 60-64 одиниць по Rc. Злам легованого шару проб завтовшки 15 і 20 мм дрібнозернистий [4].

2.9 Легування виливків феросиліцієм

В експериментах з легуванням виливків ферросиліцієм були застосовані три сорти цього феросплаву: ФС 90 (ГОСТ 1415-93), що містить 96, 3% Si і 0,06% C; ФС 75, що містить 65,7% Si; 0,08% C; ФС 45, що містить 42,5% Si; 0,10% C.

1. Перші досліди були проведені з феросиліцію марки ФС 90. Сталю, що містить 0,23-0,27% C, були залиті проби товщиною 80, 40, 20 і 10 мм. Товщина обмазки була на більшості проб 1,5 мм і на декількох пробах 3 мм.

Після вибивання ні на одній пробі не було виявлено легованого шару; у всіх випадках обмазка що не сплавилась, відлітала від проби. Мікродослідження зовнішнього шару показало наявність ферритного шару глибиною 0,4 мм, шар основної сталі, що лежить за ним кілька збагачений вуглецем (перлитом).

2. Досліди з нанесенням на форму обмазки, що складається з феросиліцію марки ФС 45 також не дали позитивних результатів: обмазка не сплавлялась і відлітала від проби при вибиванні виливки з форм. При мікродослідженні, як і в попередньому випадку, було виявлено на стороні, зверненій до обмазці, наявність ферритного шару завтовшки 0,2...0,5 мм.

3. Зовсім інші результати показали експерименти з феросиліцію марки ФС 75. На пробах товщиною 80 мм при товщині обмазки 1,5 мм був виявлений в середині легований шар товщиною 9 мм, до кінців виливки цей шар робився значно тонше. На пробах товщиною 40 мм при товщині обмазки 1,5 мм легований шар був 7 мм, а на пробах товщиною 20 і 10 мм суцільного легованого шару зовсім не було помітно.

Таким чином обидві марки феросиліцію, що дали незадовільні результати, мали в своїй структурі за обсягом близько половини або більше складноплавкою складовою.

Зовсім інше положення виходить при розгляді температур плавлення структурних складових сплаву ФС 75. Сплав, що містить Si 65,7%, складається з 82% за обсягом подвійний евтектики з температурою плавлення 1207 °С і тільки 18% кремнію з температурою плавлення 1414°С. Звідси робиться зрозумілою здатність сплаву ФС 75 утворювати легованої шар на литві.

При підборі феросплавів для поверхневого легування у всіх випадках треба враховувати не тільки температури початку і кінця плавлення феросплавів, але також і об'ємний склад в феросплавів евтектики, як володіє найнижчою температурою плавлення [4].

В роботі [8] розглянуто тему алюмінію в сталях, та його впливу на структуру та властивості.

Висновки до яких прийшли автори:

1. Найбільше поширення алюміній отримав в якості розкислювача;
2. Алюміній зменшує розмір зерен, надаючи підвищену жароміцність;
3. Введення алюмінію дозволяє видалити шкідливі домішки: азот і кисень;
4. При з'єднанні алюмінію з киснем утворюється Al_2O_3 , який є концентратором напружень;
5. Вміст Al нижче певного рівня підвищує фізико-механічні властивості сталі. Однак зміст Al менш 0,002% погіршує її властивості. При вмісті Al в сталі 0,02...0,7% – пригнічується процес старіння сталі;
6. Алюміній дозволяє збільшити окислостійкість.
7. Широко поширене легування алюмінієм термостійких азотованих і низьколегованих сталей.

1.10 Висновки та постановка завдання дослідження

За аналізом літературних даних встановлені недоліки:

1. Низьковуглецевий ферохром, що має високу температуру

плавлення, майже не дає легованого шару на сталевому литві;

2. Проникнення помітної кількості молібдену (до 3...5%) спостерігається в результаті дифузії тільки на глибину 0,1 мм;

3. Підвищення температури заливки сталі майже не впливає на глибину легованого шару низьковуглецевим феромолібденом;

4. При товстій обмазці зовні залишається частина ферромолібдена що не сплавилась, тому надмірне збільшення шару обмазки марне.

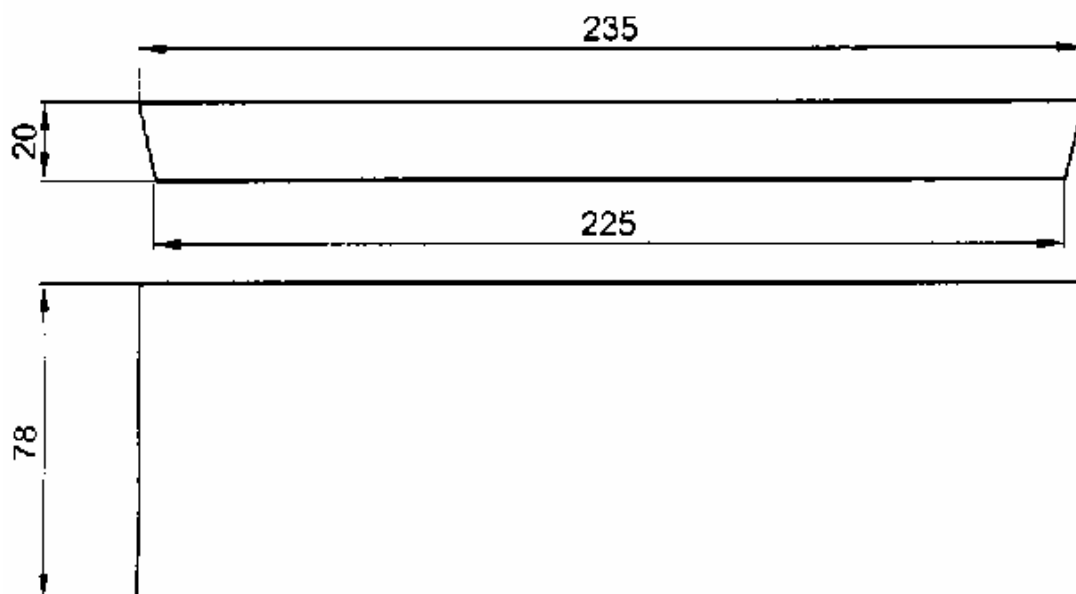


Рис. 2.2 – Стрижні після виготовлення протягом доби сушились на повітрі, а потім у камерній печі при температурі 240°C протягом двох годин.

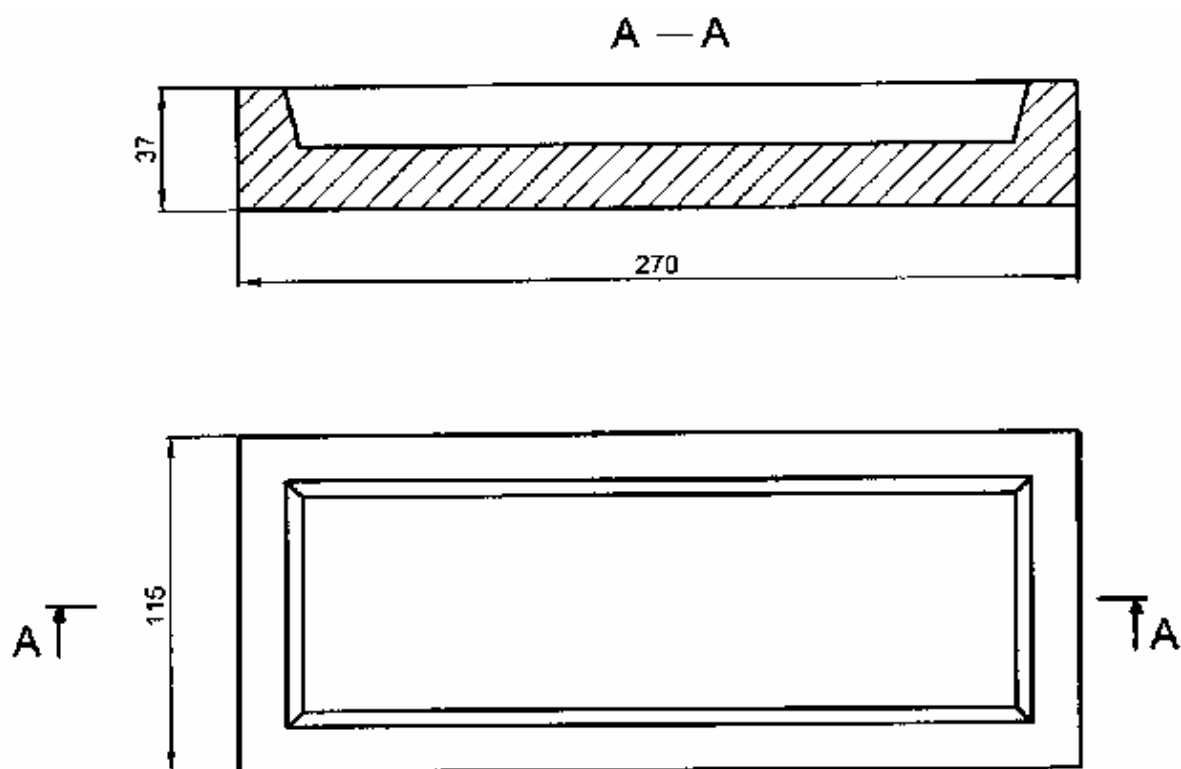


Рис. 2.3 – Стрижневий ящик для виготовлення стрижня

Після охолодження стрижнів на них наносили легувальне покриття певного складу товщини 3,4,5,6,7 мм. На кожний стрижень наносили по 5 різних покриттів за складом або товщиною.

Стрижні з нанесеним покриттям протягом доби підсушувались на повітрі, а перед використанням їх прожарювали при температурі 300°C протягом двох годин.

Форми виготовляли з використанням дерев'яного модельного комплексу і піщано-глинястої суміші для сталевих литва.

З метою попередження пригару форми фарбували дистен-силіманітовою фарбою. Для зменшення утрат тепла, яке відбирає форма від рідкого металу, здійснювали об'ємне сушіння форм у сушарці при температурі 200...250° С. Проставлення стрижнів у форми і їх збирання здійснювали безпосередньо за декілька хвилин до заливання металом.

Форма у зібраному вигляді наведена на рис. 2.4.

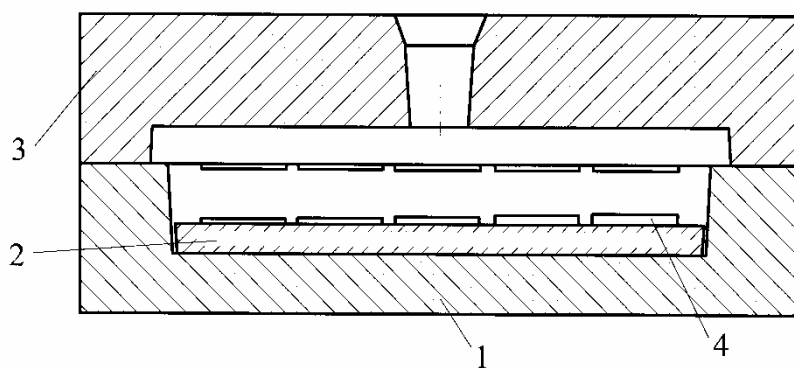


Рис. 2.4 – Ливарна форма для дослідження процесів поверхневого легування:

1 – нижня півформа; 2 – стрижень; 3 – верхня півформа; 4 – легувальне покриття

Після холодження блоки зразків видалялись із форми, аналізували візуально процеси легування, очищали зразки від пригару, розбивали на частини і здійснювали попереднє оброблення їх на обдирних верстатах.

Технологія виготовлення зразків дозволяє одночасно в одній формі дослідити 3...5 легувальних покриттів.

Для визначення оптимальної швидкості заповнення ливарної форми рідким металом розраховуємо поперечний переріз елементів ливникової системи, для цього використовуємо відому методику Озана – Дітерта, і НТУУ “КПІ”, але з суттєвим коригуванням розмірів.

Оптимальну тривалість заливання форми визначаємо за формулою:

$$\tau = S^3 \sqrt{\delta Q}, \quad (3.1)$$

де S – коефіцієнт часу, визначаємо за табл. 2.1.

δ – переважна товщина стінки, мм.

Q – маса металу, необхідна для виготовлення блоку зразків і ливникової системи, кг.

Площа перерізу живильників визначається в залежності від способу заливання металу в форму. При заливанні форм за допомогою носика ковша:

$$F_{\text{жив.}} = Q / \mu \tau 0,3 \sqrt{H_{\text{ср}}}, \quad (3.2)$$

де μ – загальний коефіцієнт опору форми, визначається за табл.2.2.

Таблиця 2.1

Значення коефіцієнта S

Рідко текучість металу	Спосіб підводу металу у форму		
	знизу сифоном в товстостінній частині виливка	на 0,5 висоті абступінчастий омбінований	зверху рівномірне епідведення в тонкостінну частину
Нормальна	1,3	1,4	1,5...1,6
Підвищена	1,4...1,5	1,5...1,6	1,6...1,8

Таблиця 2.2

Значення коефіцієнта μ

Формування виливка	Опір форми		
	високий	середній	малий
1	2	3	4
По-сухому	0,3	0,38	0,5
По-сирому	0,25	0,32	0,42

$$H_{\text{ср}} = H_{\text{ст}} - h^2 v / 2 h_0 - \text{середній розрахунковий напір}, \quad (2.3)$$

де $H_{ст}$ – висота стояка від рівня воронки до живильника, см.

h_v – висота вилівка від верхньої крайки живильника до найвищої точки вилівка, см.

h_0 – загальна висота вилівка в формі, см.

При заливанні зверху, $h_v=0$, тоді $H_{сп}=H_{ст}$.

При сифонному заливанні форми, $h_v=h_0$ тоді $H_{сп}=H_{ст}-h_0/2$.

При підведенні металу по розніму форми, коли $h_v=0,5h_0$, тоді $H_{сп}=H_{ст}-h_0/8$.

З урахуванням специфіки заливання форм (висока швидкість заповнення форми для менших утрат температури металу основи), площі поперечних перерізів колектора, F_k і стояка, $F_{ст}$ визначаємо із співвідношення:

$$F_{жив}:F_k:F_{ст}=1,6:1,5:1,0 \quad (3.4)$$

Розраховуємо оптимальну тривалість заливання за формулою (3.1):

$$\tau=1,55^3\sqrt{40}=12,65c$$

де $S=1,55$ – вибираємо за табл.;

$\delta=40mm$ – середня товщина вилівка;

$Q=13,6$ – маса блока зразків з ливниковою системою, кг;

Визначаємо загальну площу перерізу живильників:

$\mu=0,32$ – вибираємо за табл.

$$H_{сп}=H_{ст}-h_0/8,$$

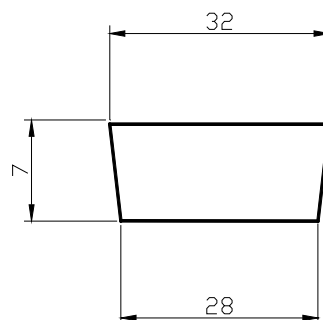
Оскільки використовуємо підведення-металу по розніму форми:

$$H_{сп}=24-4/8=23,5$$

$$F_{жив}=13,6/0,32\times 12,65\times 0,3\times \sqrt{23,5}=21,0\text{ см}^2$$

Визначаємо $F_k=2,8\text{ см}^2$; $F_{ст}=3,2\text{ см}^2$

Перерізи елементів ливникової системи:

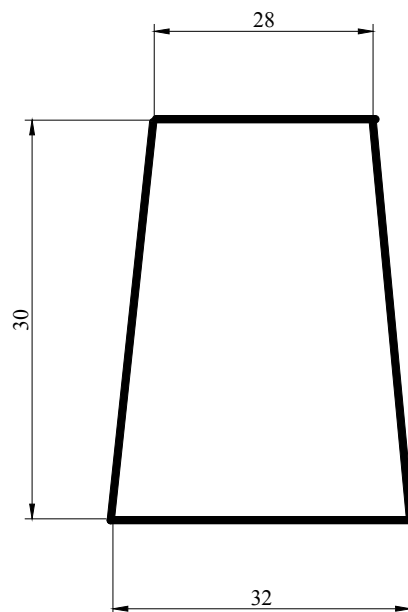


$$F_{жив}=a+b/2h, \text{ см}$$

$$F_{жив}=2,1\text{ см}^2$$

$$N=10\text{ шт}, \sum F_{жив}=21,0$$

см^2

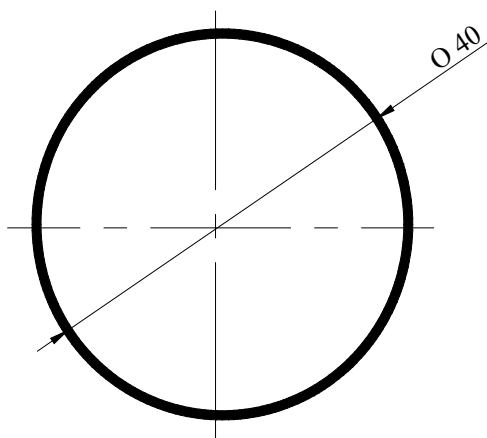


$$F_k = a + b/2h, \text{ см}^2$$

$$h=3$$

$$F_k = 10,05 \text{ см}^2$$

$$\Sigma F_k = 20,1 \text{ см}^2.$$



$$F_{ct} = \pi r^2, \text{ см}^2$$

$$F_{ct} = 12,56 \text{ см}^2$$

2.2 Технологія нанесення легувального покриття

Як відзначалося раніше, для поверхневого легування можна використовувати чотири основних різновиди нанесення на робочу поверхню ливарної форми або стрижня легувальних покриттів:

- з використанням паст та фарб на основі легувальних компонентів;
- засипанням в порожнину ливарної форми порошкоподібних феросплавів або чистих металів і їх лігатур;
- додаванням легувальних елементів в склад фарб, які готуються на основі вогнетривких матеріалів;

– з використання моксидів, карбідів, нітридів, боридів та інших сполук легувальних елементів, які при певних умовах переходять в поверхневий шар виливка.

Технології нанесення легувальних покриттів також різні: фарби наносять на поверхню форм і стрижнів пензлем або пульверизатором, пасти-шпателем, порошкоподібні компоненти – за допомогою сита, металокерамічні вставки-проставляють і закріплюють в формах перед їх заливанням та ін.

Оскільки дана науково-дослідна робота знаходиться на початковій стадії, використовували обмазки, які наносили на стрижні шпателем. Для одержання легувального покриття однакової товщини використовували металеві рамки певних розмірів і різної висоти: 3,4,5,6 і 7мм (товщини покриттів вибранні на підставі літературних джерел і попередніх власних досліджень).

Як зв'язувальний компонент при приготуванні обмазки використовували рідке скло густиною $1,3\text{г/см}^3$. Кількість рідкого скла змінювалась в залежності від фракції компонентів: чим менша фракція, тим більше витрачалося рідкого скла (від 3 до 6%).

Перед нанесенням покриття на стрижень поверхню останнього покривали рідким склом для кращого утримання легувального покриття на поверхні стрижня, особливо під час заливання форм рідким металом.

Стрижні з покриттям встановлювали у ливарну форму безпосередньо перед заливанням: вони мали температуру $150\ldots 200^\circ\text{C}$.

Для запобігання спливання стрижнів під дією металу їх закріплювали шпильками.

2.3 Методика дослідження поверхневого легування за допомогою виливків виконаних процесом відцентрового лиття

Методика дослідження полягає у використанні 50гр порошкоподібних компонентів для виготовлення одного зразкового виливка. Склад компонентів: Cr 70% + Al 30%; ФМн 100%; Cr 80% + Al 20%; ФМн 85% + ФБ10 5% + TiC 10%.

Компоненти у вказаних пропорціях кладуться в машину для відцентрового лиття перед заливанням.

Після кристалізації та повного охолодження виливка, його виймають з машини та підписують, для подальшої роботи за ним.

Як тільки усі виливки будуть відлиті та охолоджені, їх розрізають на різальному верстаті для отримання невеликих шматків з котрих потім буде виконано шліф.

2.4 Вивчення абразивної зносостійкості

Абразивну зносостійкість визначали аналогічно методиці, описаної в [9], на спеціально сконструйованій установці, схема якої представлена на рис. 2.5.

Зразок перетином 15×15 мм, поміщений в затиск, зношувався торцем про закріплення абразивні частинки під дією навантаження $0,44 \text{ Н / см}^2$. Як абразивний матеріал використовувалося електрокорундове полотно КК18ХВ 25Н Білгородського абразивного заводу. Розмір абразивних частинок 320 мкм. Полотно закріплювали на горизонтальному диску діаметром 200 мм. Диск обертався електродвигуном зі швидкістю 960 об / хв.

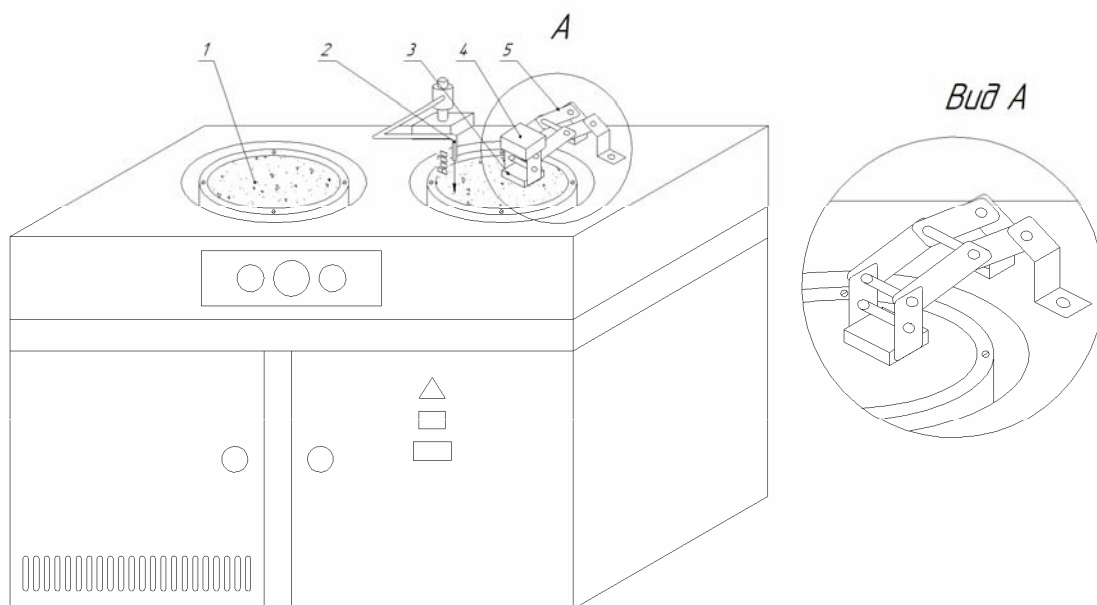


Рис. 2.5 – Схема установки для випробувань на абразивну зносостійкість:

- 1 – диск з абразивом; 2 – подача води; 3 – зразок; 4 – набір вантажів;
5 – тримач

Зразок в процесі випробувань в радіальному напрямку був нерухомим. Через кожні 15 хвилин випробувань проводилася заміна абразиву. Шлях тертя випробуваного зразка за 15 хвилин становив 6,78 км. В якості критерію зносостійкості брали відносний знос зразків, який визначався за формулою (2.5):

$$\varepsilon = \frac{m_0 - m_i}{m_0} \cdot 100\%$$

де m_0 - маса зразка до випробування, г;

m_i - маса зразка після випробування через певний час, м

Масу зразка визначали через кожні 15 хвилин випробувань шляхом зважування зношених зразків на аналітичних вагах з точністю до 0,001 гр.

3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНА ЧАСТИНА

Виконавши аналіз літератури за темою що стосується процесів які відбуваються під час поверхневого легування, зробили висновок що для одержання вилівка з заданими властивостями поверхні, використання чистих металів є недоцільним, кращим вибором є використання лігатур і феросплавів. Для проведення дослідів використовувалися окремі феросплави фракції 0,315.

3.1 Дослідження процесів поверхневого легування з використанням феросплавів

Експерименти по поверхневому легуванню проводились за допомогою феросплавів, в склад яких входили елементи що утворюють карбіди.

Одним з використаних феросплавів в експерименті був феромарганець, метою якого було підвищити зносостійкість. Також для виконання жаростійкого легування було використано порошкоподібний алюміній, ферохром різних марок, та суміші на їх основі в певному співвідношенні.

Для виконання дослідів використовувались порошки вказаних фракцій < 02; 02; 0315; 04; 063; 1,0.

3.2 Дослідження процесів кристалізації легуваного шару

Для дослідження процесів кристалізації легувального покриття, було записано криві охолодження. Товщина легувального шару 5 мм. Отримані результати дослідів (рис. 3.1 та 3.2) показали, що в точці де контактує «покриття - рідкий метал» температура для розчинення феросплаву достатня, враховуючи те, що термопара була поміщена у кварцевий наконечник (зниження температури на 10-15 °C).

Проаналізувавши рис. 3.1 робимо висновок, що використовуючи ФХ800А процес розчинення феросплаву відбудеться у повній мірі у зв'язку з низькою температурою плавлення у порівнянні із ФХ015А, враховуючи те, що температура плавлення високовуглецевого ферохрому складала 1550 °С, а низьковуглецевого – 1630 °С.

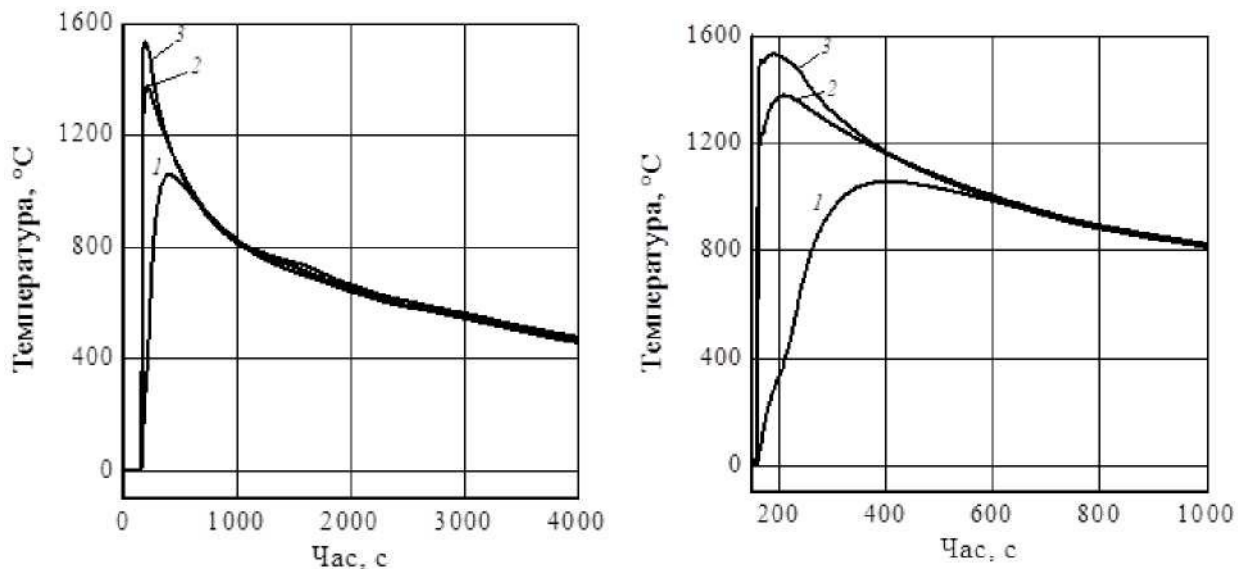
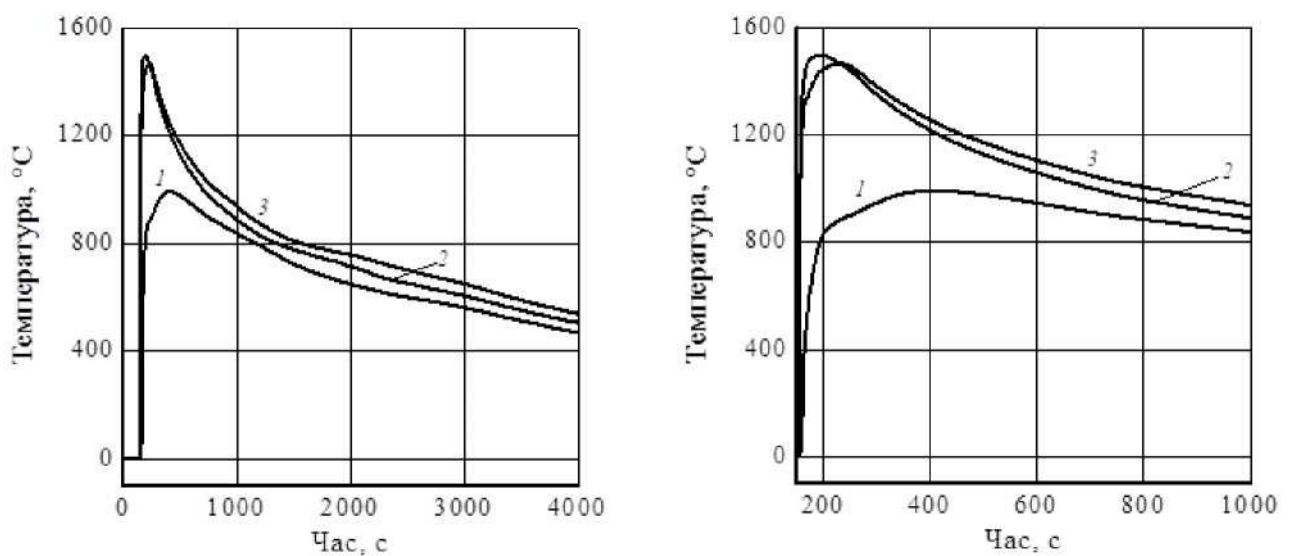


Рис. 3.1 - Криві охолодження при використанні ФХ015А

1 – нижня границя покриття – стрижень; 2 – середина покриття;



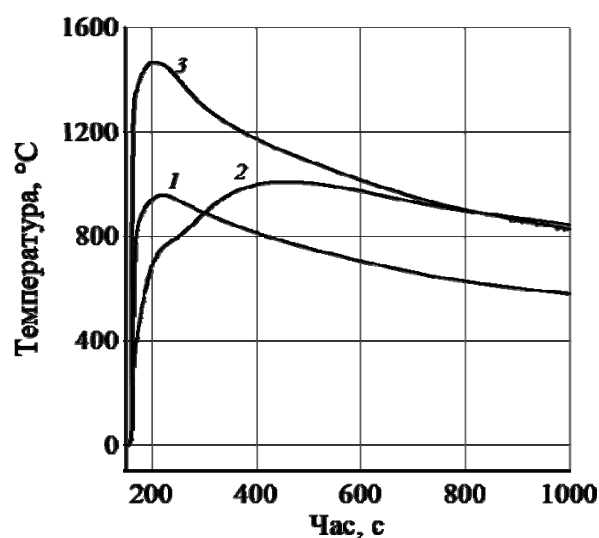
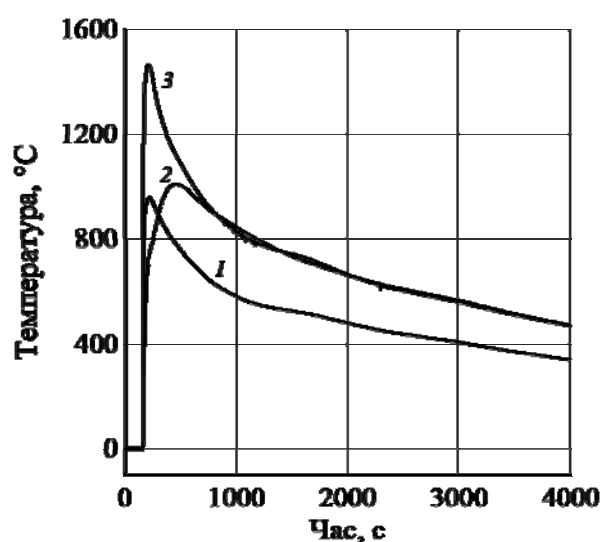
3 – верхня границя покриття – рідкий метал

Рис. 3.2 –Криві охолодження при використанні А85

1 – нижня границя покриття – стрижень; 2 – середина покриття;

3 – верхня границя покриття –рідкий метал

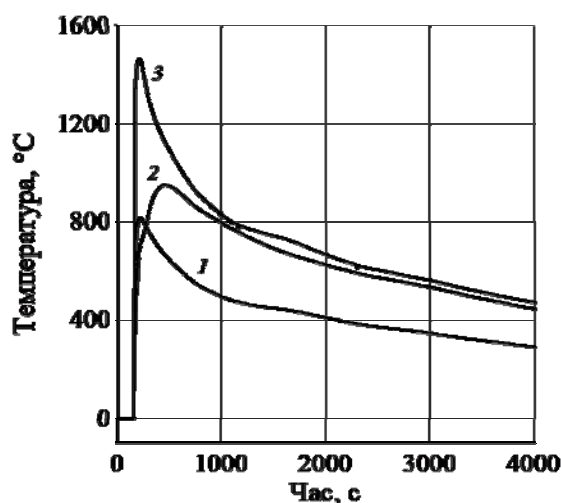
Такі ж досліді було проведено для високовуглецевого феромарганцю – ФМн 78(рис 3.3), а також низьковуглецевого феромарганцю – ФМн 1,5 (рис. 3.4) метою якого в подальшому досліді було підвищення зносостійкості сталюого



виливка [10].

Рис. 3.3 –Криві охолодження при використанні ФМн 78

1 – нижня границя покриття - стрижень; 2 – середина покриття;



3 – верхня границя покриття - рідкий метал

Рис. 3.4 –Криві охолодження при використанні ФМн 1,5

1 – нижня границя покриття - стрижень; 2 – середина покриття;

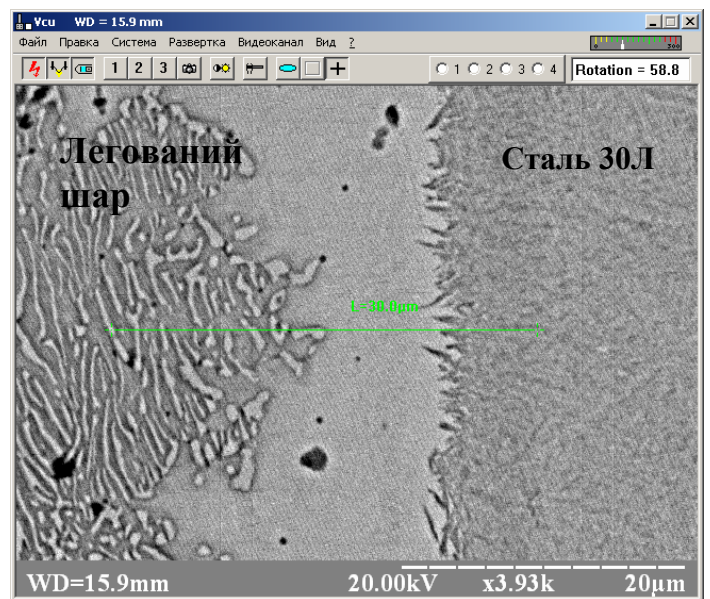
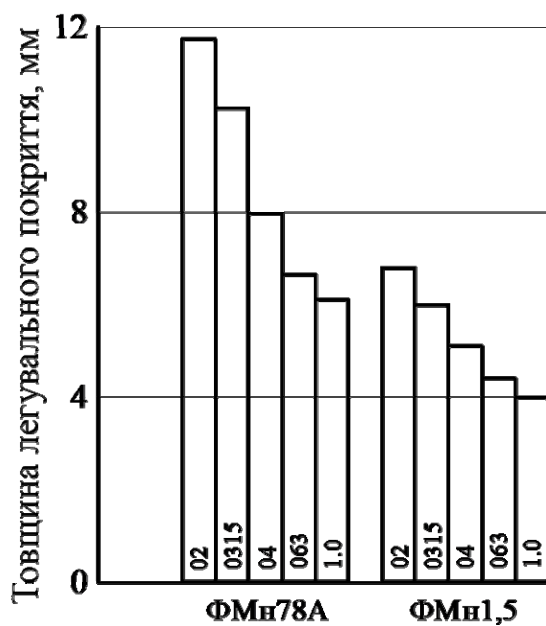
3 – верхня границя покриття - рідкий метал

Товщина легованого покриття у всіх випадках була 3 мм.

Таким чином, для повного розплавлення легувального покриття на основі марганцю необхідно збільшувати температуру розплаву до 1620 ± 10 °С та збільшувати швидкість заповнення ливарної форми для збереження тепловмісту.

3.3 Вплив фракції наповнювача на товщину легованого шару

Зі збільшенням розмірів легованого покриття, яке не розплавилось,



збільшується, а товщина легувального покриття зменшується (рис 3.5)[10].

a

б

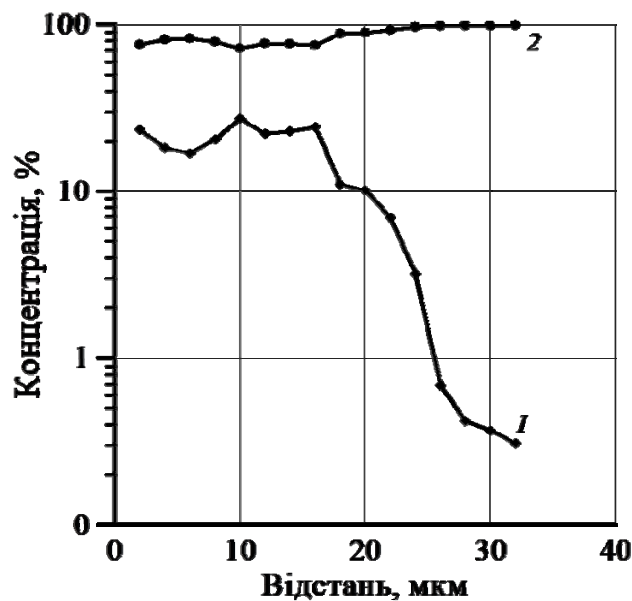


Рис. 3.5 –Зміна товщини легованого шару в залежності від фракції наповнювача легувального покриття (а); структура легованого шару з використанням ФМн78 (б); розподілення марганцю в структурі (в); 1 – Mn; 2 – Fe

Встановлено, що підвищення гранулометричного складу легувального покриття сприяє зменшенню товщини легованого шару для всіх компонентів. Найкращі результати отримані після використання феромарганцю ФМн78, а найменшу товщину легованого шару має місце при використанні феромарганцю ФМн1,5. Для всіх компонентів очевидне їх розплавлення під дією температури розплаву, оскільки їх температури плавлення значно нижче. Однак тепловмісту рідкого металу не вистачає для повного розплавлення легувальних покриттів, приготованих на основі більших фракцій. Це підтверджено візуальним аналізом отриманих зразків. Зміна товщини легованого шару в залежності від товщини легувального покриття при використанні різних компонентів, що містять марганець, показано на рис. 3.5. Використано дрібнозернисту фракцію (0,2) всіх компонентів легувального покриття [10].

Встановлено, що найбільшу товщину легованого шару можна отримати при використанні високовуглецевого феромарганцю ФМн78 в якості наповнювача легувального покриття. При товщині легувального покриття 7 мм товщина легованого шару досягає 12 мм. Це пояснюється низькою температурою плавлення покриття, що сприяє практично повного його розплавлення і змішування з металом основи [10].

Таким чином, для зносостійкого поверхневого легування з економічної точки зору доцільно використовувати дешевий високовуглецевий феромарганець ФМн78, який забезпечує стабільність процесу поверхневого легування і сприяє утворенню легованого шару достатньої товщини [10].

Також вивчено вплив різних фракцій алюмінію та високовуглецевого хрому на утворення легованого жаростійкого шару. Товщина легувального покриття, як вже було попередньо вказано – 3 мм. Результати вказані на рис. 3.6[10].

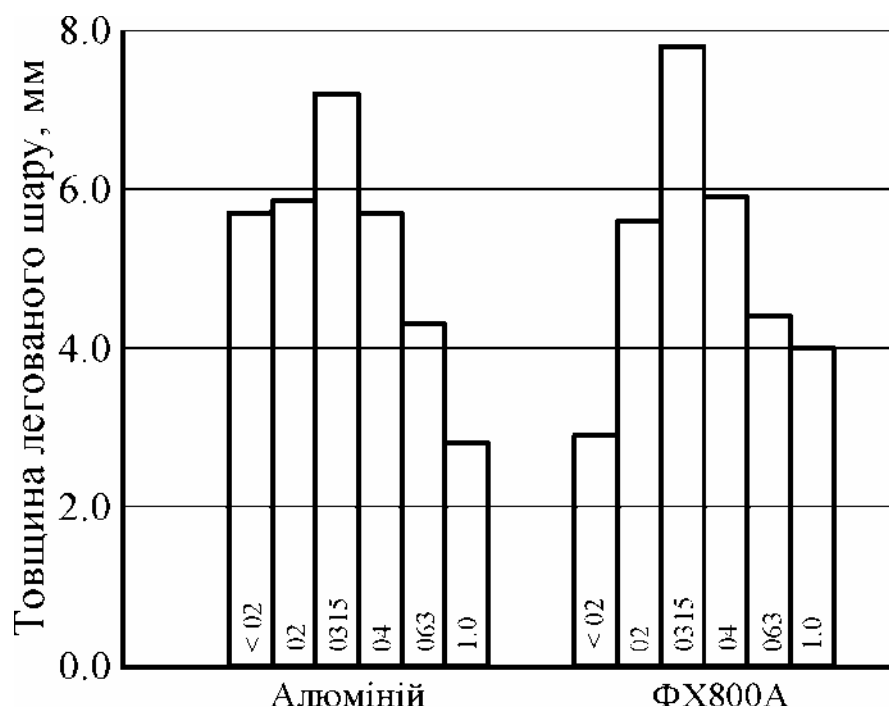


Рис. 3.6 – Зміна товщини легованого шару залежно від фракції наповнювача легувального покриття

Аналізуючи отримані данні, можемо зробити висновок, що незважаючи на температури плавлення легувальних покриттів, в обох випадках кращі результати отримані при розмірі фракції 0315, причому результати з використанням ферохрому показали більшу товщину легованого шару. Це пояснюється тим, що хром має меншу здатність утворювати оксиди на межі розділу «легувальне покриття - розплав», що сприяє кращому контакту часточок ферохрому з рідким металом, наслідком цього є розчинення і розплавлення на більшу глибину покриття, ніж окиснений алюміній, оксиди якого перешкоджають цьому процесу і суттєво уповільнюють дифузійні процеси на межі «легувальне покриття - розплав».

З цього можна зробити висновок, що для жаростійкого легування краще використовувати механічну суміш алюмінію і ферохрому, оскільки вони при

використанні у високих температурах утворюють на поверхні виробу захисні плівки Cr_2O_3 , Al_2O_3 або шпінелі $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$, $\text{FeO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$.

Отже 02 та 0315 у всіх дослідах мала кращі результати, це пояснюється тим, що компоненти мають меншу температуру плавлення ніж залитий метал, а значить процес поверхневого легування проходить найбільш інтенсивно, бо компоненти внаслідок незначних розмірів швидко розплавляються в металі і утворюють легований шар найбільшої товщини.

У випадку використання фракцій більших розмірів, утворення легованого шару здійснюється дещо інакше. Під час заливки в форму рідкий метал під тиском потрапляє в пори покриття і нагріває його частину до температури плавлення. Тепловмісту металу зі збільшенням фракції все більш не вистачає, тому частина обмазки може розплавитись і пролегувати виливок на незначну як показали результати товщину, але більша частина легувального покриття так і залишається не розплавленою.

3.5 Дослідження зносостійкості

Як вже казали раніше для зносостійкого поверхневого легування з економічної точки зору доцільно використовувати дешевий високовуглецевий феромарганець ФМн78. Для проведення дослідження вибрали леговану марганцем сталь (Мн), таку ж з загартуванням при 1100°C (Мн 1100°C), загартовану при 850°C та випущену при 450°C (Мн №1, Мн №2), а також результати отримані при зносі з використанням води. Дослід проводився по методиці описаній в роботі [9].

Після проведення дослідження отримані результати наведені в табл. 3.1, а їх порівняння рис. 3.7.

Таблиця 3.1 Результати дослідів

Матеріал	До дослідів	Після дослідів
Мн 1100°C	22,85	22,42
Мн №1	26,54	26,1

Mn №2	25,51	25,38
Mn	17,78	17,41
Mn №1 з водою	30,48	30,31
Mn №2 з водою	26,93	26,67

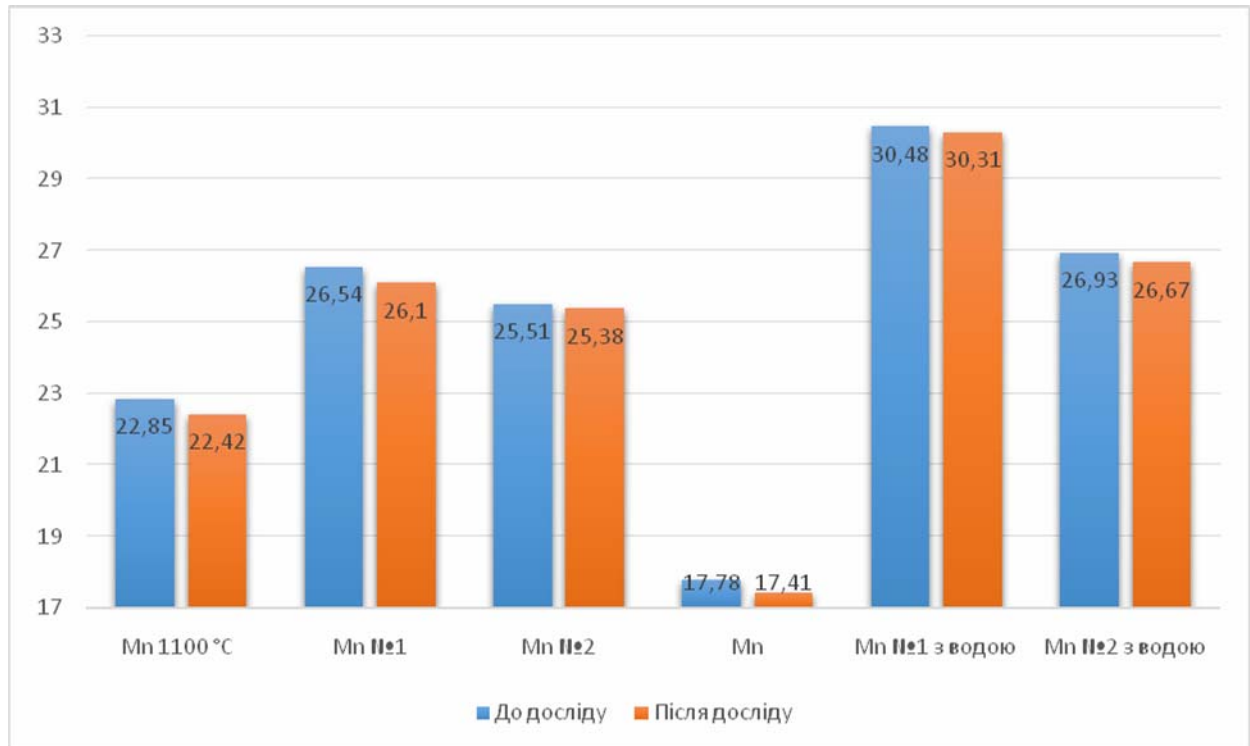


Рис. 3.7 – Зміна маси зразків в досліді на зносостійкість

Як ми бачимо з табл. 3.1 та рис. 3.7 найбільший знос поверхні легованого шару ми отримали при використанні легової марганцем загартованої при 1100 °C. це можна пояснити тим що при закалці поверхня легованого шару отримує аустенітну структуру, твердість та зносостійкість якої невеликі.

4 ОРГАНІЗАЦІЙНО – ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Науково-технічна актуальність НДР

Науково-технічний прогрес в машинобудуванні тісно пов'язаний зі створенням нових і покращанням матеріалів з особливими властивостями, частково зносостійких сплавів, оскільки одним із напрямків розвитку машинобудування на сучасному етапі є збільшення довговічності машин і механізмів. Підвищення довговічності і експлуатаційної надійності деталей можна досягти шляхом керування процесом структуроутворення поверхневого шару, оскільки знос і пошкодження, як правило, починається з поверхні. Підвищення зносостійкості виливків здійснюється внаслідок утворення на поверхні виливків легувального шару.

Особливо важлива роль належить зносостійким матеріалам при виготовленні працюючих литих деталей і механізмів, які працюють в умовах сильного абразивного зносу, ударних навантажень. Швидкий знос деталей потребує необхідність їх частої заміни. Так на одну щокову дробарку вагою 5 т протягом року витрачається 17 т литих дробильних плит і їх вартість в 2,5 рази перевищує вартість всієї дробарки.

Найбільш поширеним матеріалом, який використовують для виготовлення деталей що працюють в умовах інтенсивного абразивного зносу на території країн СНД залишається хромонікелевий чавун ІЧ260Х28Н2. Це пояснюється порівняно високою стійкістю цієї марки в різних умовах, нечутливістю до незначних відхилень в технології виробництва литих деталей і умовам зношування, тобто його універсальністю.

Основним недоліком цього матеріалу є використання для його легування дорогих і дефіцитних матеріалів, таких як нікель і хром. Використання цих матеріалів досить обмежене, оскільки на території України вони не добуваються.

Науково дослідницька робота на тему дипломної роботи, передбачає розроблення технології виготовлення виливків з диференційованими властивостями поверхні: високою зносостійкістю, твердістю і жаростійкістю методом поверхневого їх легування виливків. Для легування використовуємо середньовуглецеву сталь, що дозволить значно понизити вартість зносостійких і жаростійких деталей різних установок при зберіганні терміну роботи цих деталей.

4.2 Мета і завдання НДР

Основною метою виконання роботи є розроблення основних принципів технології поверхневого легування виливків, вибір оптимального хімічного складу легувальних обмазок, підбір найбільш ефективних для легування фракцій порошкових феросплавів, що забезпечить виготовлення деталей із спеціальними властивостями поверхні.

Завданнями дипломної роботи є:

- 1 Вдосконалення методики виготовлення зразків із використанням середньовуглецевої сталі і вивчення процесів поверхневого легування, бором, марганцем, титаном, алюмінієм і їх сполуками.
- 2 Дослідження зразків з метою визначення товщини легованого шару та його твердості.
- 3 Оброблення експериментальних даних з допомогою ЕОМ.
- 4 Оптимізація хімічного складу обмазок для поверхневого легування середньо вуглецевої зносостійкої сталі.

4.3 Розрахунок планових витрат на проведення НДР

Робота виконувалася на кафедрі ливарного виробництва чорних та кольорових металів НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського". Планування забезпечує зниження

трудо­вих і ма­те­рі­аль­них ви­трат з ме­тою от­ри­ман­ня най­кращих ре­зуль­та­тів за най­мен­ших ви­трат.

Пла­но­ва кош­то­рис­на вартість (со­бі­вар­тість) нау­ко­во-до­слід­ниць­кої ро­бо­ти ро­зра­хо­ву­ва­ла­ся за на­ступ­ни­ми ви­дат­ко­ви­ми стат­тя­ми:

- за­ро­біт­на пла­та нау­ко­во-до­слід­ниць­ко­го пер­со­на­лу;
- єди­ний со­ці­аль­ний вно­сок;
- вартість ма­те­рі­алів, не­об­хід­них для ви­ко­нан­ня НДР;
- вартість спе­ці­аль­но­го об­ла­д­на­н­ня для про­ве­ден­ня ек­спер­и­мен­ту;
- служ­бо­ві ві­дряд­жен­ня;
- ін­ші пря­мі не­вра­хо­вані ви­трати;
- на­клад­ні ви­трати.

4.3.1 Ви­трати на оп­ла­ту пра­ці

Ро­зрахунок за­ро­біт­ної пла­ти нау­ко­во-до­слід­ниць­ко­го пер­со­на­лу ба­зу­єть­ся на ви­зна­чен­ні тру­домі­ст­ко­сті ро­біт ок­ре­мих ви­ко­нав­ців та їх­ньої ден­ної за­ро­біт­ної пла­ти (вра­хо­вую­чи кіль­кість ви­ко­нав­ців, їх­ню квалі­фі­ка­цію і за­ван­та­же­ність ро­бо­тою на різ­них ета­пах НДР).

При ви­ко­нан­ні да­ної нау­ко­во-до­слід­ниць­кої ро­бо­ти при­йма­ли учас­ть: нау­ко­во-пе­да­го­гіч­ний спів­ро­біт­ник та ін­же­нер-до­слід­ник. Для НТУУ "КПІ ім. Іго­ря Сі­ко­рсь­ко­го" та­риф­ні став­ки су­мір­ної мі­сяч­ної за­ро­біт­ної пла­ти скла­да­ють:

- нау­ко­во-пе­да­го­гіч­но­го спів­ро­біт­ни­ка – 11648 грн;
- ін­же­не­ра-до­слід­ни­ка – 6096 грн.

Ден­на за­ро­біт­на пла­та ко­ж­но­го з ви­ко­нав­ців ви­зна­ча­єть­ся як мі­сяч­на за­ро­біт­на пла­та, по­ді­ле­на на се­ред­ню кіль­кість днів у мі­ся­ці, що при п'яти­ден­но­му ро­бо­чому ти­ж­ні ста­но­вить 21,2. Та­ким чи­ном, ве­ли­чи­на ден­ної за­ро­біт­ної пла­ти ви­ко­нав­ців скла­дає:

- нау­ко­во-пе­да­го­гіч­но­го спів­ро­біт­ни­ка – 549,43 грн;
- ін­же­не­ра-до­слід­ни­ка – 287,55 грн.

Заробітна плата розраховується на основі даних про трудомісткість окремих робіт і посадової оплати виконавців цих робіт. Розрахунок ведеться в людино-днях.

Дані по трудомісткості робіт приведені в таблиці 4.1

Таблиця 4.1 Трудомісткість виконаних робіт

Найменування робіт за темою	Трудомісткість, людино-днів	
	Науково- педагогічний співробітник	Інженер-дослідник
1	2	3
1. Робота з літературою і вибір направлення досліджень	–	10
2. Обґрунтування мети та напрямів дослідження	2	2
3. Розроблення методики проведення досліджень за темою	14	6
4. Проведення експерименту 4.1 Виготовлення зразків	6	32
5. Аналіз та обговорення результатів дослідження	8	12

6. Оброблення результатів та побудова залежностей	2	16
Всього:	32	78

Перемножуючи середньоденну заробітну плату за кожною категорією виконавців на відповідну планову трудомісткість робіт, розраховується плановий фонд заробітної плати всіх виконавців. Підсумовуючи одержані результати, визначається загальний фонд заробітної плати з теми. Результати розрахунку фонду заробітної плати з теми зведено до табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Фонд заробітної плати

Посада	Трудомісткість , людино-днів	Місячний оклад, грн.	Денна заробітна плата, грн.	Сумарна заробітна плата за виконавцями, грн.
1	2	3	4	5
Науково-педагогічного співробітника	32	11648	549,43	17581,7
Інженера-дослідника	78	6096	287,55	22428,9
Разом				40011

4.3.2 Визначення розміру єдиного соціального внеску

Згідно з діючим законодавством єдиний соціальний внесок складає 22 % від заробітної плати.

$$B_C = 0,22 \cdot 40011 = 8802,42 \text{ грн.} \quad (4.1)$$

4.3.3 Матеріали необхідні для проведення досліджень

Таблиця 4.3 – Витрати на матеріали

Найменування матеріалу	Одиниці виміру	Кількість	Ціна за одиницю, грн	Сума, грн..
1	2	3	4	5
ФМn78А	кг	250	36	9000
ФМn88	кг	250	38	9500
Фti30	кг	41,3	28	1156,4
ФХ800	кг	156	70	10920
Лом сталевий	кг	3800	80	304000
Всього:		4497,3	252	334576,4

Транспортно-заготівельні витрати не враховуємо, бо матеріали купуються в великій кількості.

Таким чином повна сума витрат на матеріали становить:

$$\Sigma B_{\text{тр.}} = 334576,4 \text{ грн.} \quad (4.2)$$

4.3.4 Витрати на спеціальне обладнання

Устаткування і пристрої, використані при виконанні НДР занесені до таблиці

4.5

Таблиця 4.4– Устаткування необхідне для виконання НДР

Найменування устаткування	Модель устаткування
1	2
1 Піч індукційна	ІСТ-016
2 Мікроскоп	МІМ-8

3 Твердомір	ТК-2,ТШ-2
4 маятниковий копер	МК-30
5 Галтувальний барабан	Нестандартний
6 ЕОМ	“Електроніка 2М”

Вказане устаткування спеціально не виготовлялось для заданої роботи.

4.3.5 Вартість послуг сторонніх організацій

У виконанні науково-дослідницької роботи сторонні організації участі не приймали.

4.3.6 Витрати на службові відрядження

При виконанні науково-дослідницької роботи за даною темою, згідно плану, ніякі службові відрядження не проводилися.

4.3.7 Інші прямі невраховані витрати по темі

Інші прямі невраховані витрати плануються у розмірі 10% від суми врахованих витрат на науково-дослідну роботу:

$$C_{\text{інші}} = 0,1 \cdot (334576,4 + 8802,42) = 34338 \text{ грн.} \quad (4.3)$$

4.3.8 Накладні витрати

До накладних витрат відносяться:

- витрати на заробітну плату адміністративно-управлінського, господарчого та допоміжного персоналу (разом з єдиним соціальним внеском);
- витрати на допоміжні виробництва;
- витрати на утримання та експлуатацію виробничих площ, наукових приладів та установок;

- витрати на охорону праці, техніку безпеки та екологію;
- фінансування підготовки кадрів, воєнізованої охорони і деякі інші.

Норматив відрахувань на накладні витрати для НТУУ "КПІ ім. Ігоря Сікорського" встановлений в розмірі 20 % планової сумарної вартості виконання НДР. Розраховуємо величину накладних витрат наступним чином:

$$H_B = 0,2 \cdot (334576,4 + 8802,42 + 34338) = 75543,4 \text{ грн.} \quad (4.4)$$

4.3.9 Визначення планової кошторисної вартості теми

Планова кошторисна вартість науково-дослідницької роботи визначається як сума витрат за окремими статтями калькуляції. Результати визначення вартості наведені у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 – Планова калькуляція кошторисної вартості НДР

Найменування калькуляційних статей	Позначення	Сума	
		грн.	%
1. Фонд заробітної плати	ФЗП	40011	8,11
2. Єдиний соціальний внесок	В _С	8802,42	1,8
3. Матеріали необхідні для виконання теми	В _{тр.}	334576,4	67,8
4. Спеціальне обладнання для наукових робіт	С _{об}	—	—
5. Робота і послуги сторонніх організацій	С _{стор}	—	—
6. Витрати службові відрядження	С _{від}	—	—
7. Інші прямі невраховані витрати	С _{інш}	34338	6,96

8. Накладні витрати	Н _В	75543,4	15,31
Всього		493271,22	100

Згідно з таблицею 4.5 загальна планова кошторисна вартість науково-дослідної роботи складає:

$$V_{\text{НДР}} = 493271,22 \text{ грн.} \quad (4.5)$$

4.4 Науково-технічна ефективність НДР

Дослідження, що проводяться в даній роботі, мають дослідницький та теоретичний характер. Відповідно з цим прямий розрахунок очікуваного річного економічного ефекту надзвичайно складний, оскільки відсутні повні дані відносно сфери використання результатів роботи, а також вихідні дані для розрахунку єдиновременних та поточних витрат. У такому випадку слід використовувати бальну систему оцінки економічної ефективності за наступними показниками :

- важливість розробки (K_1);
- можливість використання результатів (K_2);
- теоретичне значення та рівень новизни дослідження (K_3);
- складність виконання теми (K_4).

Шкала для оцінки важливості розробки K_1 :

- ініціативна робота, яка не входить до складу комплексної програми та не є завданням директивних органів – 1 бал;
- робота виконується за угодою про науково-технічне співробітництво – 3 бали;
- робота являє собою частину відомчої програми – 5 балів;
- робота являє собою частину комплексної міжвідомчої програми з елементами впровадження результатів – 7 балів;
- робота є частиною міжнародної комплексної програми – 8 балів.

Коефіцієнт K_2 може приймати такі значення:

- результати розробки можна використати тільки в даному підрозділі – 1 бал;
- результати розробки можуть бути використані тільки однією організацією – 3 бали;
- результати розробки можуть бути використані багатьма організаціями – 5 балів;
- результатами розробки можуть користуватися споживачі в межах однієї галузі – 8 балів;
- результатами розробки можуть користуватися споживачі в різних галузях – 10 балів.

Коефіцієнт K_3 може приймати такі значення:

- робота являє собою аналіз, узагальнення або класифікацію відомої інформації, подібні результати раніше були відомі в досліджуваній галузі – 2 бали;
- під час виконання роботи отримана нова інформація, яка доповнює уявлення про сутність досліджуваних процесів – 3 бали;
- внаслідок виконання роботи отримана нова інформація, яка частково змінює уявлення про природу досліджуваних процесів – 5 балів;
- внаслідок виконання НДР створені нові теорії, методики або що-небудь подібне – 6 балів;
- отримана інформація формує принципово нові уявлення, які не були відомі раніше – 8 балів.

Коефіцієнт K_4 може приймати такі значення:

- роботу виконує один підрозділ, витрати до 10 000 гривень - 1 бал;
- роботу виконує один підрозділ, витрати від 10 000 до 50 000 гривень – 3 бали;
- роботу виконує один підрозділ, витрати від 50 000 до 100 000 гривень – 5 балів;

– робота виконується багатьма підрозділами, витрати від 100 000 до 200 000 гривень – 7 балів;

– робота виконується багатьма організаціями, витрати більше 200 000 гривень – 9 балів.

Результат бальної оцінки науково-технічної ефективності науково-дослідної роботи наведений в таблиці 4.5, і становить:

$$B = 5 \cdot 8 \cdot 3 \cdot 9 = 1080 \quad (4.6)$$

Таблиця 4.6 – Бальна оцінка науково-технічної ефективності НДР

Показники оцінки ефективності НДР	Умовне позначення показника	Характеристика даної розробки	Кількість балів
1	2	3	4
1. Важливість розробки	K_1	Робота являє собою частину відомчої програми	5
2. Можливість використання результатів розробки	K_2	Результати розробки можуть бути використані багатьма організаціями	8
3. Теоретична значимість та рівень новизни розробки	K_3	Отримання нової інформації, яка доповнює уявлення про сутність досліджуваних процесів та була невідома раніше	3

4.Складність проведення дослідження	K_4	Робота виконується багатьма організаціями, витрати більше 200 000 гривень	9
-------------------------------------	-------	---	---

Умовний річний економічний ефект науково-дослідної роботи визначається :

$$E_{\text{НДР}} = 500 \cdot B - E_{\text{Н}} \cdot V_{\text{НДР}}, \quad (4.7)$$

де 500 – умовна вартість одного балу, грн.;

$E_{\text{Н}}$ – нормативний коефіцієнт економічної ефективності ($E_{\text{Н}} = 0,1 \dots 0,5$).

Приймаємо $E_{\text{Н}} = 0,2$;

$V_{\text{НДР}}$ – витрати на виконання НДР (планова річна кошторисна вартість виконання НДР), $V_{\text{НДР}} = 1477682$ грн.

Таким чином, умовний економічний ефект становить:

$$E_{\text{НДР}} = 500 \cdot 1080 - 0,2 \cdot 493271,22 = 441345,75 \text{ грн.}$$

Коефіцієнт економічної ефективності визначаємо за формулою:

$$K_{\text{НДР}} = E_{\text{НДР}} / V_{\text{НДР}}, \quad (4.8)$$

$$K_{\text{НДР}} = 441345,75 / 493271,22 = 0,89.$$

Отримана розрахункова величина коефіцієнта економічної ефективності науково-дослідницької роботи ($K_{\text{НДР}} = 0,89$) свідчить про доцільність виконання даної роботи і є економічно обґрунтованим.

4.5 Висновки до розділу 4

Розрахували планову кошторисну вартість (собівартість) науково-дослідницької роботи, яка склала 493271,22 грн.

Провели економічний аналіз доцільності даної науково-дослідницької роботи та виявили, що дане дослідження є доцільним з економічної точки зору[11].

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА ВНАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Охорона праці — це система правил і заходів, які забезпечують безпечну роботу на виробництві [12]. Гарантування безпечних умов праці, ліквідація професійних захворювань і виробничого травматизму, усунення шкідливих факторів є однією з головних турбот охорони праці [13].

У даному розділі дипломного проекту аналізуються умови праці при проведенні покращення технологічних властивостей сталей з високим вмістом хрому.

Мета розділу: виявлення небезпечних і шкідливих виробничих факторів, які діють на працівників в процесі поверхневого легування. Проведення аналізу надзвичайних ситуацій, які можуть виникнути в цеху та заходи їх уникнення.

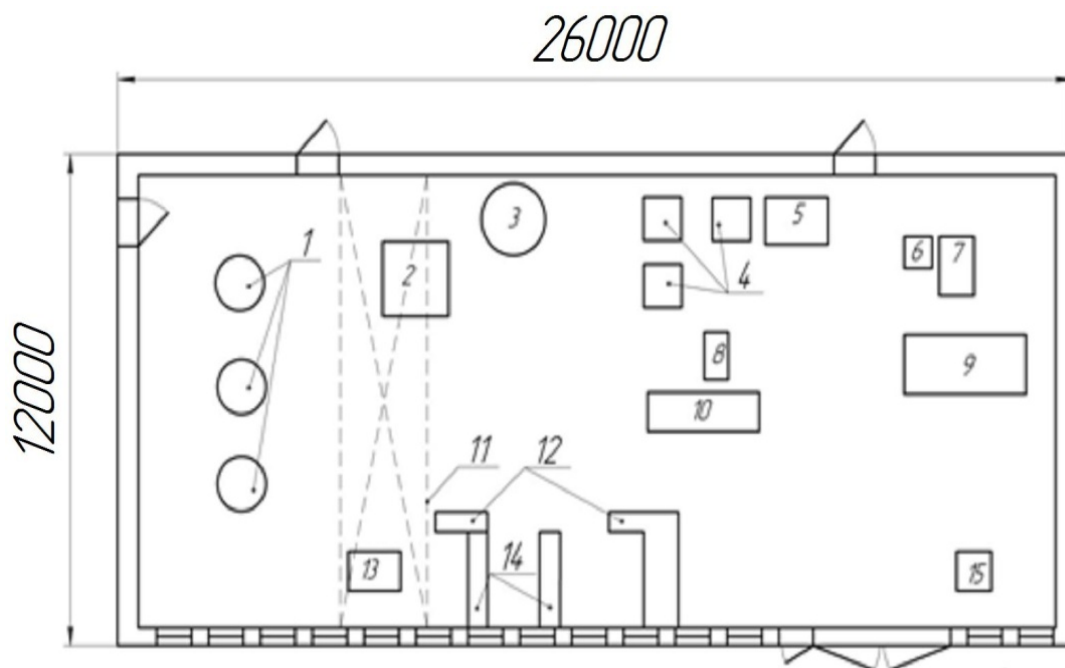
5.1 Аналіз параметрів приміщення

Роботи по покращенню технологічних властивостей сталей з високим вмістом хрому проводились в ливарному цеху – лабораторії кафедри “Ливарне виробництво чорних і кольорових металів” НТУУ “КПІ”. (рис. 5.1).

Об’єм приміщення цеху дорівнює 1872 м^3 , площа 312 м^2 , висота 6 м.

При проведенні робіт використовується наступне обладнання: піч індукційна тигельна ІЧТ-016; сушило для сушіння форм; котковий змішувач; болгарка, шліфувальний станок, мікроскоп МИМ-8, твердоміри ТШ-2М та ТК-2, цифрова фотокамера «SonyDSC-W320».

Процес покращення технологічних властивостей сталей з високим вмістом хрому не є універсальним технологічним процесом. Майже для кожного типорозміру вилівка необхідно відпрацьовувати конкретні режими литва.



1 – індукційні печі; 2 – сушило; 3 – котковий змішувач; 4 – формувальні машини; 5 – машина відцентрового литва; 6, 7 – печі опору; 8 – шліфувальний станок; 9 – стелаж; 10 - стіл; 11 – кран-балка; 12 – шафи; 13 – установка ЕШП; 14 – столи; 15 – контейнер для сміття.

Рисунок 5.1 – План ливарного цеху з технологічним устаткуванням

Тому в роботі підбирали вихідний склад сталі, температузуваливання розплаву в форму, кількість, тип та зернистість лігатур для нашого виливка.

В цеху знаходиться 3 робочих місця

– площа на одного працівника $S=624 \text{ м}^2$;

– об’єм на одного працівника $V=104 \text{ м}^3$

Згідно “Саніарних норм проектування промислових підприємств” СН 245-71 висота цеху повинна бути не менше 3,2 м, а об’єм і площа приміщення на кожного працівника 15 м^3 та $4,5 \text{ м}^2$ відповідно.

Таким чином, розміри приміщення по відношенню до кількості працюючих в ньому людей повністю відповідають вимогам СН 245-71.

Згідно ГОСТ 12.0.003-74 на працівників ливарного цеху діють наступні небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

Фізичні:

- підвищений рівень вібрації;
- підвищений рівень електромагнітних випромінювань;
- підвищене значення електричного струму.

Хімічні:

- подразнюючі, що проникають в організм людини через органи дихання.

Пари, що утворюються при плавленні та легуванні сталі.

Згідно Постанови КМУ від 26.10.2011 № 1107 роботи, які виконуються при легуванні сталі та обладнання, яке використовується при виконанні цих робіт не відносяться до переліку робіт та обладнання підвищеної небезпеки, на які необхідно отримувати Дозвіл Держгірпромнагляду України.

Згідно НПАОП 0.00-2.24-05 та НПАОП 0.00-4.12-05 до переліку робіт з підвищеною небезпекою відносяться тільки плавильні, заливочні роботи і роботи при сушінні форм.

5.2 Мікроклімат

Санітарно-гігієнічне нормування умов мікроклімату здійснюється згідно з ДСН 3.3.6.042-99, які встановлюють оптимальні і допустимі параметри мікроклімату залежно від загальних енерговитрат організму при виконанні робіт і періоду року.

Згідно з ДСН 3.3.6.042-99, роботи в ливарному цеху відносяться до категорії робіт Пб (роботи, що виконуються стоячи, пов'язані із ходінням, переміщенням невеликих (до 10 кг) вантажів, та супроводжуються помірним фізичним напруженням.) – енерговитрати складають 201...250 ккал/год (232...290 Вт).

В даному приміщенні виготовляють піщано-глинисті форми, сталі зразки, проводять вимірювання фізичних властивостей сталі зразків. Частина досліджень проводять стоячи, а частину робіт можна проводити сидячи, також сидячи проводять записи та обробку всіх отриманих результатів вимірювання.

Параметри мікроклімату в робочій зоні приміщення для постійного робочого місця – місця на якому людина знаходиться більшу частину свого робочого часу. Оптимальні (допустимі) та фактичні показники мікроклімату для категорії робіт Пб наведені в табл. 5.1 та табл. 5.2.

Таблиця 5.1 – Оптимальні (допустимі) величини температури, відносної вологості та руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, мас.%	Швидкість руху повітря, м/с
Холодний	Середньої тяжкості Пб	21...23 (17...19)	40...60 (75)	0,2 (не більше 0,4)
Теплий		22...24 (20...22)	(70 при 25°С)	0,3 (0,5-0,2)

Таблиця 5.2 – Фактичні значення температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні приміщення

Період року	Категорія робіт	Температура повітря, °С	Відносна вологість, мас.%	Швидкість руху повітря, м/с	Опалення
		факт.	факт.	факт.	
Холодний	Середньої тяжкості	18	55	0,2	Водяне
Теплий	Пб	23	45	0,2	

Отже, порівнявши оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря робочої зони з фактичними робимо висновок, що температура повітря, відносна вологість, швидкість руху в робочій зоні приміщення не виходять за межі оптимальних величин. Мікроклімат відповідає вимогам ДСН 3.3.6.042-99

5.3 Освітлення

Серед факторів зовнішнього середовища, що впливають на організм людини в процесі праці, освітлення займає одне з перших місць. Відомо, що майже 90 % всієї інформації людина одержує через органи зору.

Освітлення - один із суттєвих чинників виробничого середовища, завдяки якому забезпечується зоровий зв'язок працівника з його оточенням. Залежно від джерел світла освітлення може бути природним, що створюється прямим сонячним промінням, та розсіяним світлом небосхилу; штучним, що створюється (прямими) електричними джерелами світла; суміщеним, при якому недостатнє за нормами природне освітлення доповнюється штучним.

Природне освітлення лабораторії однобічне, що здійснюється через світлові отвори (вікна), розмірами 1 x 1,4 м, кількість 13 штук. Площа вікон 18,2 м².

Шафи розміщені так щоб не перекривати вікна.

Штучне освітлення - загальне. Загальним називається освітлення, при якому світильники розміщується у верхній зоні приміщення для здійснення загального рівномірного або загального локалізованого освітлення.

В якості світлових пристроїв встановлені лампи високого тиску ДРИ 400, з освітлювачами СОСП02-400, з частковим пилезахистом. В кожному світильнику встановлено по 1 лампі, світловий потік однієї такої лампи становить $\Phi = 36000$ лм. Кількість світильників – 20 шт.

Характеристика зорової роботи в лабораторії відноситься до дуже високої точності.

Характеристика зорової роботи в лабораторії відноситься до дуже високої точності. Відповідно до вимог ДБН В 2.5-28-2006 для розряду і під розряду зорової

роботи Па (розмір об'єкта 0,15...0,3 мм; фон - темний; контраст об'єкта з фоном - малий) освітленість повинна становити:

- всього 4000 лк;
- від загального 400 лк.

Відповідно до ДБН В 2.5.28-2006 передбачається очищення світильників не рідше двох разів на рік, при цьому одна очистка капітальна.

При проведенні капітальної чистки передбачається ремонт світильників. Однак цього не дотримуються.

Розрахунок штучного освітлення.

Як вже вказувалося, виконання робіт в темний час доби вимагає забезпечення достатнього рівня освітленості за рахунок комбінованого штучного освітлення.

Висоту підвісу світильника визначаємо за формулою:

$$h = H - h_c - h_p - h_n, \quad (4.1)$$

де H - висота приміщення, м;

h_c - висота світильника, м;

h_n - відстань від стелі до підвісу, м;

h_p - висота робочої поверхні.

Для лабораторії дані такі: $H = 6$ м; $h_c = 0,19$ м; $h_n = 0,15$ м; $h_p = 0,7$ м. Тоді:

$$h = 6 - 0,19 - 0,15 - 0,7 = 4,96 = 5 \text{ м.}$$

Габарити приміщення складають: $A = 26$, $B = 12$ м.

Визначимо освітленість в робочій точці:

$$E = \frac{F_{\text{л}} \cdot N \cdot \eta}{K_z \cdot S \cdot Z} \quad (4.2)$$

де N - кількість світильників, штук;

$F_{\text{л}}$ - потік лампи одного світильника, лм;

η - коефіцієнт використання світлового потоку;

S - площа освітлення, м²;

Z - коефіцієнт нерівномірності, в межах 1,15...1,3;

K_3 - коефіцієнт запасу, вибирається для врахування старіння ламп та їхнього запилення в межах 1,1...1,7.

Для визначення η знаходимо показник приміщення i :

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)} \quad (4.3)$$

де A - довжина приміщення, м;

B - ширина приміщення, м;

h - висота від рівня підлоги до світильника, м.

$$i = \frac{26 \cdot 1,2}{5 \cdot (26 + 12)} = 1,6$$

Визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку за таблицею коефіцієнтів використання світлового потоку [14], виходячи із значень індексу приміщення: $\eta = 0,51$.

Отримуємо:

$$E = \frac{36000 \cdot 20 \cdot 0,51}{1,5 \cdot 312 \cdot 1,15} = 682 \text{ лк.}$$

Розраховане значення освітленості, яке (рис.4.2) становить 682 лк, що відповідає встановленому ДБН В.2.5-28-2006 при системі загального освітлення 400 лк.

Розрахунок природного освітлення.

Знаходження світлової енергії однобічне, але в приміщенні знаходяться шафи, які заважають проникненню світла на всю глибину лабораторії при розміщені вікон з західної сторони.

$$e_N = e_n \cdot m, \quad (4.4)$$

де $e_n = 1,5$ - значення КПО;

$m = 0,85$ - коефіцієнт світлового клімату для розміщення вікон з західної.

$$e_N = 1,5 \cdot 0,85 = 1,28.$$

Розрахунок рівня природного освітлення здійснюється за формулою:

$$(4.5)$$

де $S_n = 312 \text{ м}^2$ - площа приміщення;

$K_z = 1,2$ - коефіцієнт запасу, враховує зниження світлопропускання вікон і середовища у приміщенні;

$\Pi = 5,1$ - світлова характеристика вікон, залежить від відношення розмірів приміщення (довжини до глибини та глибини до висоти від рівня робочої поверхні до верхнього краю вікна);

$S_o = 18,2 \text{ м}^2$ - площа вікон;

$K_{zd} = 1,1$ - коефіцієнт, який враховує затінення будівлями, які розташовані навпроти (залежить від відношення відстані між будівлями до висоти карнизу протилежного будинку над підвіконником);

t_0 - загальний коефіцієнт світлопропускання.

$$t_0 = t_1 \cdot t_2 \cdot t_3 \cdot t_4 \cdot t_5, \quad (4.6)$$

де t_1 - коефіцієнт світло пропускання матеріалу, який визначається в залежності від виду світло пропускнуго матеріалу (при подвійному склі 0,8);

t_2 - коефіцієнт, який враховує втрати світла у віконній рамі з таблиці значень коефіцієнтів t_1, t_2, t_3 (вид рами спарений 0,7);

$t_3 = 1$ - коефіцієнт, який враховує втрати в несучих конструкціях;

$t_4 = 1$ - коефіцієнт, що враховує втрати світла у сонцезахисних пристроях; t_5 -

1 - коефіцієнт, який враховує втрати світла у захисній сітці, яка встановлюється під ліхтарями.

$$T_0 = 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,56$$

Розрахунок рівня природного освітлення (4,6):

$$e_{n=(100)} = 18,2 \cdot 0,56 \cdot 1,5 / (312 \cdot 1,2 \cdot 5,1 \cdot 1,1) = 0,7$$

Таким чином, коефіцієнт природного освітлення в нашому приміщенні становить 0,7, а нормативний КПО, при бічному освітленні має становити 1,28 (за ДБН В.2.5-28-2006).

Отже, лабораторне приміщення забезпечується необхідним

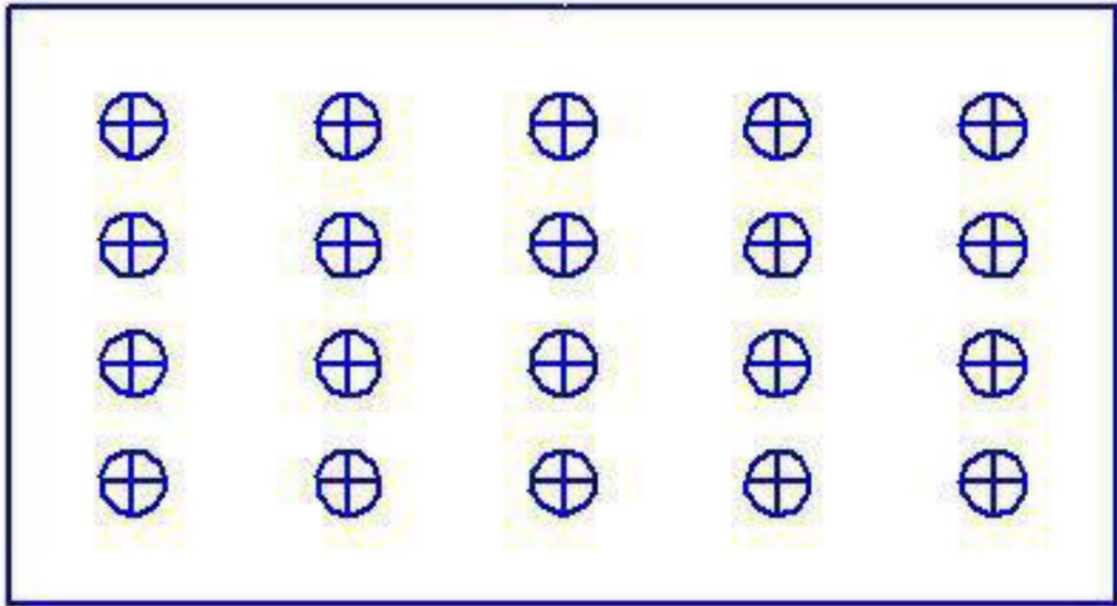


Рисунок 4.2 - Схема розташування світильників ДРИ-400 природнимосвітленням, тому у денний період не потрібно застосовувати допоміжне освітлення.

На підставі проведених розрахунків для організації освітлення: потрібно 20 ламп, типу ДРИ-400.

5.4 Шум, вібрація

У приміщенні основним джерелом шуму є таке обладнання як: вентиляційні шафи, бігуни для приготування стрижневої та формувальної суміші, болгарки, шліфувальні верстати які необхідні для різання, оброблення поверхонь та інших фінішних операцій.

Фактичний рівень шуму в приміщенні становить – 65-75 дБ.

Допустимий рівень шуму становить - 80дБ.

Таким чином, шум в даному ливарному цеху не причиняє ніякої шкідливої дії на людський організм.

Згідно ДСН 3.3.6.039–99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації санітарні норми поширюються на загальну та локальну вібрацію, що впливає на людину у процесі її трудової діяльності [15].

Приміщення відноситься до категорія 3 – технологічна вібрація, яка діє на людину на робочих місцях стаціонарних машин чи передається на робочі місця, які не мають джерел вібрації, а саме вібрація в період замішування формувальної суміші.

За способом передачі на тіло людини розрізняють загальну та локальну вібрацію. Загальна вібрація передається на тіло людини, яка сидить або стоїть, переважно через опорні поверхні. Локальна вібрація передається через руки працюючих при контакті з ручним механізованим інструментом.

За джерелом виникнення локальну вібрацію ручних інструментів та деталей, які оброблюються. Вібрація непостійна та відповідає нормам.

Фактичний рівень вібрації в приміщенні становить – 5×10^{-5} м/с²,

Допустимий рівень вібрації становить – 3×10^{-4} м/с²,

Порівнявши фактичні значення рівня шуму та вібрації можна зробити висновок що приміщення задовольняє вимогам санітарним норм ДСН 3.3.6.037-99.

5.5 Шкідливі речовини в повітрі робочої зони

Головним показником, який характеризує стан забруднення повітря лабораторії шкідливими газами та пилом, є концентрація шкідливих речовин, яка не повинна перевищувати гранично допустиму концентрацію (ГДК), що встановлена ГОСТ 12.1.005 – 88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».[16]

В цеху (табл. 5.3) виконувався технологічний процес плавлення сталі. Під час його плавлення виділяється шкідливий газ.

Згідно ГОСТ 12.1.005–88:

- а) оксиди вуглецю відноситься до четвертого класу небезпеки;
- б) оксиди азоту відноситься до другого класу небезпеки.

Таблиця 5.3 – Шкідливі речовини в повітрі робочої зони

№ з.п.	Технологічний процес	Найменування інгредієнту	ГДК, мг/м ³	Фактична концентрація, мг/м ³	Агрегатний стан
1	Плавлення сталі	Оксиди вуглецю	20	5	Газ
2	Плавлення сталі	Оксиди азоту	5	0,5	газ

Отже, повітря робочої зони відповідає санітарним нормам, оскільки концентрація шкідливих речовин у повітрі не перевищує ГДК. Для додаткового захисту від оксидів азоту, який призводить до дратівливої дії на дихальні шляхи та кров'яні судини, використовуємо додаткові засоби захисту – респіратори. При плавленні сталі – захисні окуляри та сукняний костюм плавильника.

Плавлення сталі проводились в індуктивних печах із системою відведення угарних газів.

5.6 Виробничі випромінювання

Основним джерелом ультрафіолетових випромінювань з довжиною хвилі в діапазоні 254-365 нм. є лампи високого тиску ДРИ-400.

Інтенсивність ультрафіолетових випромінювання від ламп високого тиску не перевищує 0,05 Вт/м² що відповідає вимогам санітарних правил і норм для середньо-хвильового ультрафіолетового випромінювання.

Джерелом, інфрачервоних випромінювань є розігріта шахта печі, розплавлений метал і метал виливків.

Під час роботи працівник піддається впливу теплового опромінення.

При цьому випромінювання повинно піддаватися більше за 25% поверхні тіла і обов'язковим є використання засобів індивідуального захисту (спецодяг, окуляри, щитки) згідно ГОСТ 12.4.011-89.

Найпоширенішим методом захисту від тепловипромінювання робітників, при плавці в індукційних печах є ЗІЗ : глухо застебнутий спецодяг, без кишень, спецвзуття, штани на випуск, для захисту очей використовуються захисні сині окуляри (ГОСТ-12.4.016-87).

Для виключення теплових травм температура зовнішніх поверхонь технологічного устаткування чи огорожувальних пристроїв повинна бути не більше 45°C.

Джерелом електромагнітних випромінювань є: індукційна піч, бігуни для приготування суміші, витяжка, трансформатори ливарного комплексу, лампи штучного освітлення.

Для зменшення виділення теплоти в навколишнє середовище в піч вбудована система водяного охолодження.

Система водяного охолодження призначена для відводу теплових втрат з розплавленого металу через футерівку тигля.

Умови надійної роботи системи наступні:

- механічних домішок в охолодженій воді повинне бути не більше 80 г/м³ і величина карбонатної твердості повинна бути не вище 7 м – екв/м³;

- температура, (нагрітої) води, що відходить повинна бути такою, щоб запобігти накипу; -температура індуктору не повинна бути нижче температури навколишнього середовища ;

- необхідний тиск води при вході в індуктор обмежують до 200 кПа;

- швидкість охолоджуючої води не менш 0,5 м/с для створення турбулентного руху води, що запобігає осадженню на стінках трубки індуктора механічних домішок і солей, що випадають із води, і не більше 1,5 м/с, щоб не збільшити втрати тиску понад припустимий.

Рівні випромінювань вцеху не перевищують допустимих значень електромагнітних випромінювань 5кВ/м, згідно з вимогами ГОСТ 12.1.002-84 та ДСН 239-96.

В приміщенні іонізуючі, лазерні, рентгенівські випромінювання відсутні.

5.7 Аналіз електробезпеки

Приміщення обладнане електроустаткуванням: індукційні тигельні електропечі ІСТ – 016, шафи керування, формувальне і інше устаткування. Напруга електромережі складає 220 В. Для живлення обладнання та устаткування лабораторії використовують трифазний струм напругою 380 В.

Джерелами ураження електричним струмом є електричні установки.

Електричні травми можуть причиняти наступні фактори:

- невідповідність електроустановок, засобів захисту і приладів вимогам безпеки; 93
- невиконання технічних заходів безпеки; - організаційно-соціальні причини.

Безпечність експлуатації при нормальному режимі роботи електроустановок забезпечується наступними захисними заходами: застосуванням ізоляції, недоступністю струмопровідних частин, застосуванням малих напруг, захисним заземленням і використанням електро-захисних засобів.

Згідно ПУЕ приміщення з точки зору ураження людини електричним струмом відносяться до приміщень особливо небезпечних. Фактори за якими визначаємо категорію приміщення:

- відсутня висока відносна вологість повітря (не перевищує 75 % протягом тривалого часу);
- відсутня висока температура (не перевищує 35 °С протягом тривалого часу);
- є струмопровідна підлога.
- є можливість одночасного дотику до металевих корпусів електрообладнання та заземлених елементів

Енергоустаткування та проводка знаходиться у справному стані, тому і задовольняє всі вимоги електробезпеки.

На кожному робочому місці встановлені:

а) щиток із розетками із чітким позначенням напруг, які подаються через розетки. Розетки встановлені на робочому місці, мають автономні вимикачі і плавкі запобіжники; На розетках написи 220 В та 380 В.

б) набір клем заземлення, який пов'язаний із загальним контуром заземлення.

Ураження електричним струмом можливе при одночасному доторканню до металевих заземлюючих предметів і корпусів електроустановок.

Причинами ураження електричним струмом можуть бути:

1. Доторкання до частин електроустановок, що випадково знаходяться під струмом внаслідок замикання фази на корпус, ушкодження ізоляції або іншої несправності.

2. Потрапляння під напругу під час проведення ремонтних робіт на вимкненому обладнанні за причиною помилкового включення або з причини недотримання часу, необхідного для зняття електричних зарядів з високовольтих шин, розрядки конденсаторів.

Вплив електричного струму на організм може мати небезпечні для здоров'я людини наслідки і навіть привести до смерті. Ймовірність смертельного випадку при поразці електричним струмом вища, ніж при інших причинах травматизму.

На дію електричного ураження впливає ряд факторів:

- пошкодження ізоляції;
- доторкання до частин електроустановок, що випадково знаходяться під струмом внаслідок замикання фази на корпус.

5.8 Аналіз пожежної безпеки

5.8.1 Класифікація вибухо- та пожежонебезпечних приміщень (зон)

Виникнення пожеж в лабораторії можливе за такими причинами :

- порушення правил протипожежної безпеки;
- несправність електроустаткування;
- необережне поводження з вогнем;
- ремонт устаткування на ходу;
- конструктивні недоліки устаткування;
- неправильне користування устаткуванням.

Для запобігання пожеж необхідно чітко дотримуватись правил протипожежної безпеки.

Класифікація приміщення:

- відповідно до ДСТУ Б В.1.1-36_2016 відноситься до категорії «Г» – приміщення, в яких знаходяться негорючі речовини та матеріали в гарячому, розжареному та розплавленому стані, процес оброблення яких супроводжується виокремленням променистого тепла, іскор, полум'я.
- клас потенційно можливої пожежі А, D, Е згідно з Міжнародним стандартом ISO№3941-77 (А-тверді речовини, переважно органічного походження, горіння яких супроводжуються тлінням (деревина, текстиль, папір); D-метали та їх сплави; Е-устаткування під напругою);
- установка ЕПС (електрична пожежна сигналізація) включає датчики типу НТЛ та ДТЛ (датчик тепловий легкоплавкий) ;
- для пожежного зв'язку використовується телефон;
- евакуація з поверху де знаходиться робоче приміщення виконується згідно з планом.

У випадку виникнення пожежі на електроустановці, яка знаходиться під напругою полум'я, котре виникає, гаситься не водою, а за допомогою вуглекислотного (ВВ-2,ВВ-5,ВВ-8) чи вуглекислотноброметилового (ВВБ-3, ВВБ-7) вогнегасників. Для попередження персоналу про виникнення пожежі спрацьовують оповіщувачі.

В лабораторії є вуглекислотний вогнегасник ВВ-2 (ГОСТ 111564-65), а на сходових клітках і в коридорах ящики з піском, вогнегасники типу ВВ-8, пожежні

крани.

Отже, для запобігання пожеж необхідно чітко дотримуватись правил протипожежної безпеки. У випадку виникнення пожежі на електроустановці, яка знаходиться під напругою, полум'я, котре виникає, гаситься не водою, а за допомогою вуглекислотного чи вуглекислотноброметилового вогнегасників.

Також необхідно встановити автоматичний пожежний сповіщувач системи пожежної сигналізації, яка автоматично подає сигнал тривоги при виникненні одного або кількох ознак пожежі: підвищенні температури, появи диму або полум'я на приймальний прилад, появі значних теплових випромінювань.

5.9 Забезпечення безпеки та запобігання надзвичайним ситуаціям

Надзвичайна ситуація - це порушення умов життєдіяльності людей викликані виробничими аваріями, катастрофами, стихійними лихами, епідеміями які привели або можуть привести до людських жертв і великих матеріальних збитків (згідно закону України «Про захист населення і території в умовах надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру»).

Принципи забезпечення безпеки в умовах НС за ознаками їх реалізації умовно ділять на три групи. Перша - це завчасна підготовка і накопичення засобів захисту (колективних та індивідуальних) від небезпечних і шкідливих чинників, забезпечення їхньої готовності для використання населенням, а також підготовка до проведення заходів щодо евакуації населення з небезпечних зон (зон ризику). Друга - диференційований підхід у забезпеченні повного обсягу захисних заходів залежно від виду джерел небезпечних і шкідливих чинників, а також від місцевих умов. Третя - комплексне ефективне застосування засобів і способів, які забезпечують надійний захист від наслідків НС, узгоджене здійснення усіх заходів, що гарантують безпеку життєдіяльності в сучасному техносоціальному середовищі.

Щоб запобігти виникненню надзвичайної ситуації техногенного та природного характеру в нашій країні існує Єдина державна система запобігання і регулювання на надзвичайній ситуації техногенного характеру.

Кожний рівень ЄДСЗР має координуючі та постійні органи управління щодо

розв'язання завдань у сфері запобігання надзвичайної ситуації, захисту населення. Координуючі органи ЄДСЗР:

- загальнодержавний рівень: (державна комісія з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій; національна рада з питань безпечної життєдіяльності населення);
- регіональний рівень;
- місцевий рівень;
- об'єктовий рівень.

Ситуація в лабораторії при виникненні пожежі належить до об'єктивного рівня, тому що в лабораторії немає великої кількості горючого матеріалу. Згідно Класифікатора надзвичайних ситуацій в Україні надзвичайною ситуацією об'єктового рівня вважається така ситуація, що розгортається на території об'єкта або на самому об'єкті і наслідки якої не виходять за межі об'єкта або його санітарно-захисної зони. Для спрощення машинної обробки інформації класифікатор визначає оригінальний код кожної надзвичайної ситуації, що складається з 5-ти цифр, які вказують на клас, групу і вид надзвичайної ситуації (О - об'єктовий, М - місцевий, Р - регіональний, Д - державний).

Відповідно до ДБН В.1.1-7-2002 будівля відноситься до Іступеня вогнестійкості (будинки з несучими та огорожувальними конструкціями з природних або штучних кам'яних матеріалів, бетону, залізобетону із застосуванням листових і плитних негорючих матеріалів) [17].

Основний засіб захисту населення в надзвичайних ситуаціях - це евакуація населення, його укриття в захисних спорудах, використання засобів індивідуального захисту і медичної профілактики, що зазначені у попередньому розділі. Захисні споруди - це інженерні об'єкти, спеціально призначені для захисту населення від фізичних, хімічних, біологічно небезпечних і шкідливих чинників. Розглянемо таку надзвичайну ситуацію як пожежа (картка 10205 Класифікатора надзвичайних ситуацій – Пожежі (вибухи) в будівлях та спорудах громадського призначення).

Виникнення пожеж в лабораторії можливе з таких причин:

- порушення правил протипожежної безпеки;

- несправність електроустаткування;
- необережне поводження з вогнем та розплавленим металом;
- ремонт устаткування на ходу;
- конструктивні недоліки устаткування;
- неправильне користування устаткуванням.

План евакуації з лабораторії, показано на рис. 4.3.

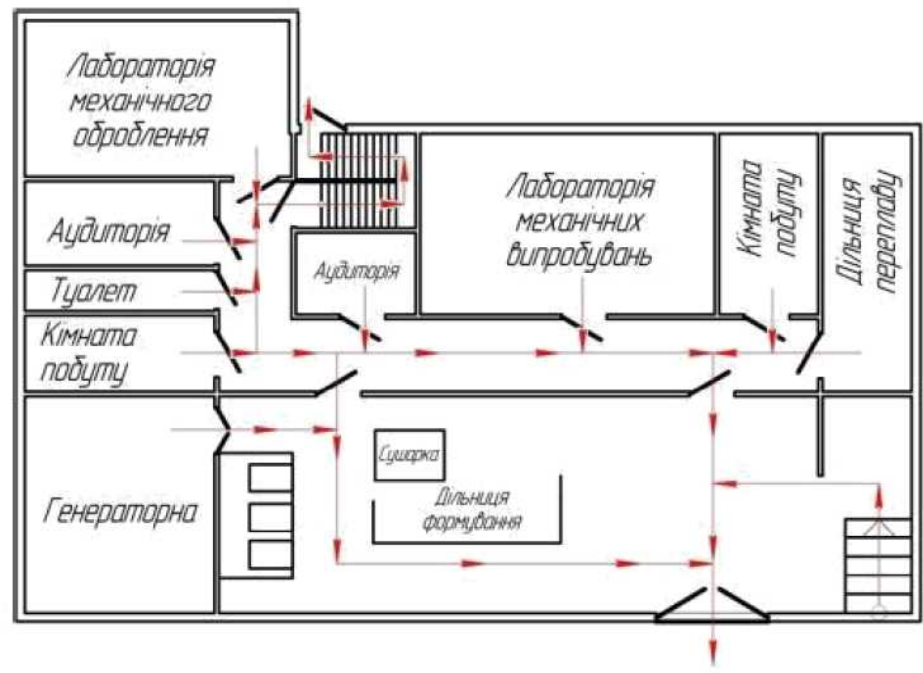


Рисунок 4.3 - План евакуації персоналу у разі виникнення надзвичайної ситуації з аудиторії

У випадку виникнення надзвичайної ситуації, а саме закорочення кабельної електропроводки, що знаходиться під напругою та іскрить необхідно:

- відключити подачу струму до лабораторії;
- сповістити про пожежу за допомогою пожежної сигналізації;
- спробувати знешкодити подальше розповсюдження полум'я;
- гасити полум'я необхідно вогнегасниками типу ВВ-2, ВВ-8, а також піском;
- необхідно швидко евакуюватися в безпечні приміщення або на двір.

Поблизу лабораторії є пожежний інвентар (пожежний щит, ящики з піском,

азбестове полотно), пожежний ручний інструмент - ломи, сокири та ін.

Передбачено пожежний гідрант і пожежний кран, укомплектований пожежним

рукавом 3 приєднанням до нього пожежним стовбуром

4 БІЗНЕС-ПРОЕКТ

4.1 Команда

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Інженерно-фізичний факультет. Кафедра ливарного виробництва чорних і кольорових металів.

Лідер команди:

Ямшинський М.М. (к. т. н., доц.)

Генератор ідей:

Федоров Г.Є. (к. т. н., доц.)

Виконавці:

Кругляк Д.С. (студент)

4.2 Назва проекту

“Виготовлення виливків з диференційованими властивостями поверхні”

4.3 Короткий опис проекту

Розроблена технологія поверхневого легування на основі ферометалів для отримання зносостійких виливків.

Переваги для споживачів:

- економія дорогоцінних ферометалів в порівнянні з об'ємним легуванням
- підвищення зносостійких властивостей

4.4 Бізнес - модель

4.4.1 Коштовий продукт

Виготовлення деталей, як за номенклатурою (броня бетонозмішувача,

фрези, сита грохотів, деталі ковша, ріжучі кромки, деталі грейфера), так і на замовлення.

4.4.2 Сегмент споживачів

Підприємства (гірничорудної, цементної, будівельної, машинобудівної галузей промисловості), які використовують зносостійкі деталі.

ЗЖБК ім. С. Ковальської

ПАТ “Ельтворі” (попередня назва - ПАТ “Червона зірка”)

ВАТ “Полтавський ГЗК”

ПАТ “АвтроКрАЗ”

4.4.3 Канали збуту

Використовуються прямі канали збуту. Безпосередній контакт з потенційними покупцями через візити на підприємство і презентація товару безпосередньо на підприємстві. Контакт через тематичні та галузеві виставки і конференції. Збут через Інтернет - ресурси (інтернет - магазин) [18].

4.4.4 Взаємодія із споживачами

Підтримка інформаційних ресурсів: сайт проекту, інтернет магазин, блог новин проекту, форум проекту, кол центр. Використання банерної реклами в інтернеті, використання флеш реклами в інтернеті, реклама на тематичних сайтах та сторінках. Наймання SMM, PRменеджера для просування проекту в інтернеті, також наймання менеджера для взаємодії з клієнтами.

4.4.5 Прибуток (монетизація)

Отримання доходу з продажу готових виробів номенклатури та індивідуальних замовлень.

4.4.6 Ключові види діяльності

Виробництво виробів. Маркетингова діяльність. Наукова діяльність. Ділові співбесіди.

4.4.7 Ключові ресурси

Матеріальні — шихта, формувальна та стрижнева суміші, сталевий брухт, лігатури, феросплави. Технологія виробництва. Охоронні документи (патенти). Наукові та трудові кадри.

4.4.8 Ключові партнери

Підприємство, у якого арендуються виробничі площі. Партнери з надання логістичних послуг, маркетингових: iGroup, Нова Пошта, «AuroraTrans», ТОВ «SEO – studio», «SEOOWL».

Постачальники сировини та ливарного обладнання: АТ “Запоріжський завод феросплавів”, ООО “Українські ливарні рішення”, ООО “Эвролщер”.

Постачальник енергоресурсів – ПАТ “Київське електромережі”, “Київводоканал”

4.4.9 Витрати

Витрати на оренду промислових потужностей. Витрати на сировину, енергоресурси, логістику, маркетинг, підтримку сайту, зарплату робітникам.

4.5 Споживчі властивості товару

Вироби виготовлені за наявною технологією мають значно підвищений час експлуатації, і дозволяють споживачеві значно зекономити час та гроші на ремонті та заміні обладнання та деталей. Велика номенклатура виливків дозволяє значно розширити межі продажів та використання в різних галузях промисловості.

4.6 Дослідження ринку

По результатам аналізу ринку аналогічної продукції можна зробити висновок:

- основними технологіями для виробництва виробів аналогічного призначення є об'ємне легування, електрохімічні покриття та наплавлення;
- технології, які використовуються на сьогодні для виробництва виробів аналогічного призначення програють за показниками економічності та експлуатаційними показниками розроблених технологій.

4.7 Дослідження конкурентного оточення

Ймовірні конкуренти в Україні: “ЮТМК Київ”, ООО “Промліт”.

4.8 Маркетингова стратегія просування

Маркетингова стратегія просування стартапу складається з наступних пунктів:

- участь у виставках та конференціях
- просування проекту в інтернеті
- проведення презентацій для покупців
- пошук покупців менеджерами по роботі з клієнтами
- зустріч безпосередньо на підприємствах потенційних покупців для

проведення демонстрацій виробів

- - поступове захоплення Українського ринку, з перспективою виходу на міжнародний

4.9 Елементи фінансового плану

4.9.1 Опис бізнес - проекту

Мета проекту — отримання прибутку шляхом продажу виробів, виготовлених за розробленою технологією, які потребують підвищених зносостійких характеристик.

Актуальність проекту — оскільки існує проблема швидкого зношення частин обладнання, яке працює в умовах тертя, то для її вирішення розробляють нові технології та матеріали, які підвищують тривалість експлуатації обладнання та деталей і скорочують кількість технологічних зупинок обладнання для ремонту та заміни деталей.

4.9.2 Опис товару/ послуги/ технології

Номенклатура виробів складає велику кількість деталей працюючих в умовах зносу, а також виробів виготовлених за індивідуальним замовленням.

4.9.3 Маркетинг та продаж

Цільовий сегмент — споживачі ринку зносостійких деталей. Підприємства гірничорудної, цементної, будівельної, машинобудівної галузей промисловості.

Маркетингова стратегія просування проекту на перших етапах включає в себе наступні пункти:

- участь у виставках та конференціях
- просування проекту в Інтернеті
- проведення презентацій для потенційних покупців

Для продажу товарів застосовують прямі канали збуту:

- безпосередній продаж потенційним покупцям
- збут через Інтернет - магазин

4.9.4 Фінансовий план

На поточному етапі існування проекту фінансовий план у необхідному обсязі не розраховувався. Однак, розраховано, що заплановані інвестиції для впровадження в межах одного підприємства-виробника становлять:

- оренда виробничих потужностей - 2500 \$
- відпрацювання технології в умовах виробництва - 1500 \$
- забезпечення ресурсами - 6500 \$
- витрати на логістику, маркетинг, заробітну плату - 3500 \$

4.9.5 Резюме

Проект призначений для вирішення проблеми швидкого зношення частин обладнання, яке працює в умовах інтенсивного зносу, шляхом підвищення експлуатаційних та економічних характеристик цих частин, виготовлених за розробленою технологією.

Заплановані інвестиції для впровадження у виробництво на одному підприємстві становлять 14000 \$.

4.10 Подальші кроки в проекті

5.10.1 Наукова діяльність

Збільшення номенклатури виробів. Дослідження та робота над підвищенням зносостійкості виробів. Впровадження нових феро металів до вже існуючих у проекті, експерименти над хімічним складом заради отримання

оптимального хім. складу.

5.10.2 Організаційна діяльність

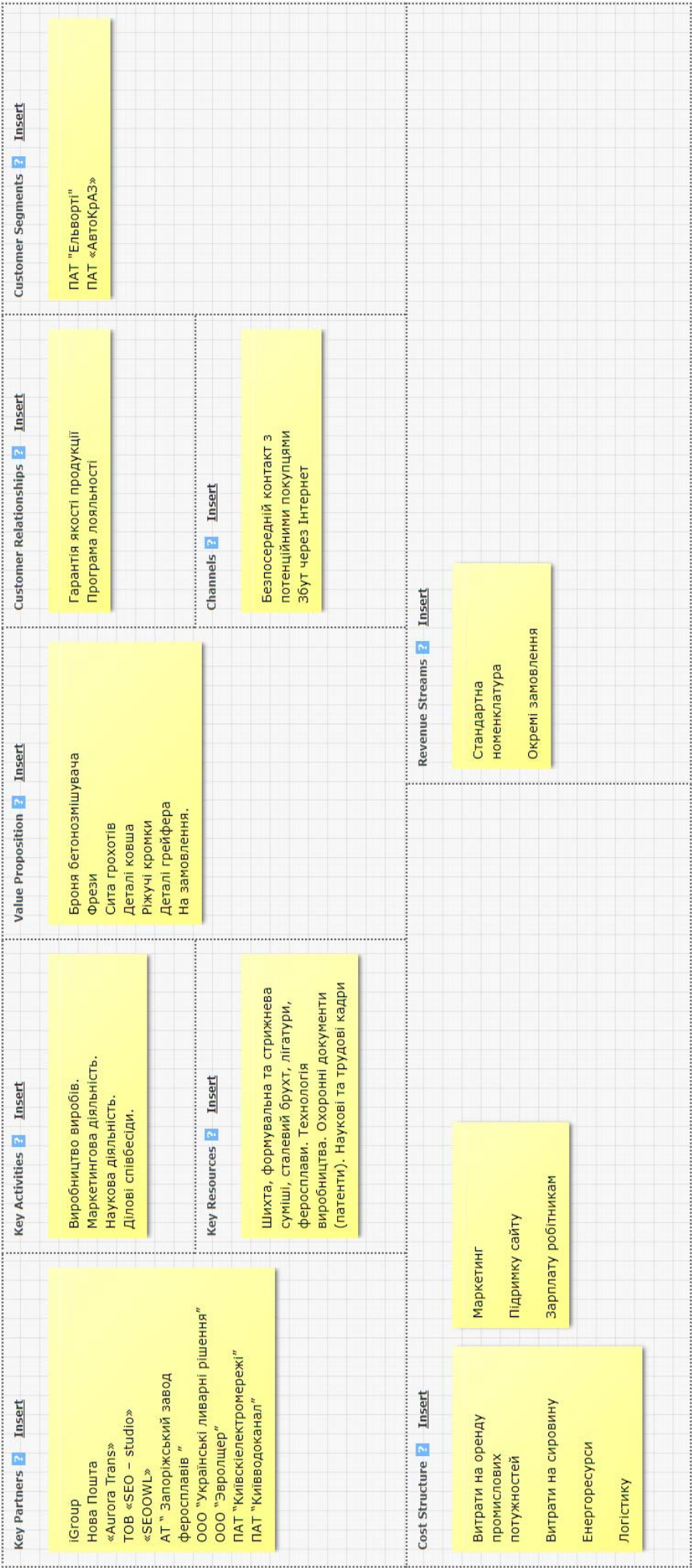
Розширення проекту: збільшення кількості працівників та наукових кадрів.
Залучення до співпраці нових підприємств для виробництва деталей.

5.10.3 Маркетингова діяльність

Подальша просування проекту за всіма напрямками. Найм маркетингових фірм для розкрутки бренду. Міжнародна маркетингова діяльність.

5.10.4 Комерційна діяльність

Презентації та продаж зразків на ринку України. Вихід на міжнародний ринок.



ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Найбільш зносостійкими матеріалами є сплави на основі заліза, леговані такими елементами як марганець, хром, титан, бор, молібден, нікель та інші.

2. Наповнювачами легувальних покриттів можуть бути використані чисті метали, феросплави, лігатури або механічні суміші на їх основі, для зносостійкого легування марганець, феромарганець різних марок, ферохром високо вуглецевий, феротитан феробор та ін.

3. Підвищення зносостійкості литих деталей можна досягти поверхневим легуванням їх безпосередньо в ливарній формі.

4. Процеси поверхневого легування, впливу легувальних елементів на властивості поверхневого шару, рецептура покриттів для поверхневого легування виливків, а також технології нанесення цих покриттів на поверхні форм і стрижні вивчені недостатньо і потребують глибокого дослідження.

5. Вибрані феросплави, та їх механічні суміші для приготування ливарного покриття.

6. Відпрацьована технологія приготування та нанесення на поверхню стрижня легувального покриття.

7. Вибрана форма зразків та розроблена технологія їх виготовлення.

8. Опрацьована методика визначення неметалевих вкраплин.

9. Вивчено процеси поверхневого легування литих деталей, які працюють в умовах інтенсивного зносу.

10. Установлено, що для зносостійкого поверхневого легування доцільно використовувати порошки високовуглецевого феромарганцю, феротитану їх суміші.

11. Установлено, що індекс забрудненості легованого шару неметалевими вкраплинами практично знаходиться на рівні з основою металу, а в багатьох випадках — значно менший.

12. Розрахована планова собівартість проведення магістерської дисертації з урахуванням всіх видів витрачених ресурсів.

Обґрунтована актуальність та економічна доцільність проведення роботи.

ЛІТЕРАТУРА

1. Введения в поверхностное легування металів/Сантош С. Космані, П. Куппусамі, Ражендра Кумар Гоял
2. Стальне литво / Нехендзі Ю.А. // Металлургиздат, 1948
3. Основы учения о формовочных материалах / Берг П.П. // Машгиз, 1948
4. Поверхностное легирование стальных отливок / А.А. Горшков, Е.І. Рабінович // Москва, государственное научно-техническое издательство машиностроительной литературы. 1950.
5. В.І. Цоцко Легування поверхневого шару ливарної заготовки в процесі лиття/ В.І. Цоцко. Б.Г. Пелешенко, П.І. Мельник // журнал металознавство та обробка металів, 2009 р.
6. П.І. Мельник Сучасні уявлення про механізм дифузійного формування поверхневого шару на залізі: стаття, журнал ФІЗИКА І ХІМІЯ ТВЕРДОГО ТІЛА Т. 12, № 3 (2011) С. 719-726
7. Романенко Технологические особенности производства биметаллических (многослойных) отливок повышенной износостойкости / В. В. Ширяев, О. А. Пеликан, И. О. Шинский, Д. В. Глушков, Ю. Н. // журнал Металл и литье Украины 7-8`2009, с. 52-54
8. А. Я. Мельникова Алюминий в сталях и его влияние на структуру и свойства / А. Я. Мельникова, Л. Р. Гулемова // Доклады башкирского университета – 2018. – №3. – С. 1-4.
9. Заблоцкий В.К. Особенности абразивного износа комплексных В–Cr–Alпокрытий на углеродистых сталях / В. К. Заблоцкий, Ю. Г. Дьяченко // Восточно-европейский журнал передовых технологий – 2006. – №4/(22). – С. 59-62.
10. О.Г.Ковальчук Физико-химические процессы в отливках при износостойком поверхностном легировании поверхности / О.Г.Ковальчук, М.М.Ямшинський, Г.Є. Федоров // стаття
11. <http://foundry.kpi.ua/uk/diploma/779-krugljak-denys-sergijovych.html>
12. https://uk.wikipedia.org/wiki/Охорона_праці
13. http://pidruchniki.com/1517051543404/pravo/ohorona_pratsi

14. https://cpo.stu.cn.ua/Oksana/OP_lap_pr_ks_pe/80.html
15. http://dnaop.com/html/31680/doc-ДСН_3.3.6.039-99
16. ГОСТ 12.1.005 – 88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования».
17. ДБН В.1.1.7–2002. Пожежна безпека об'єктів будівництва.
18. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. - Київ : НТУУ «КПІ», 2016. - 28 с.